AHRARS.COM

SOIL MECHANICS II

Dr. Ahmed Gehad

soil
د / أحمد جهاد

* الانهيار في التربة يكون نتيجة القص

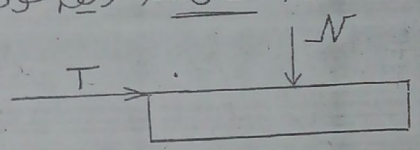
Chapter 1
"shear strength of soil"
مقاومة القص للتربة

σ_T = Tensile strength of soil = 0
τ = shear strength of soil ⟸ compressive strength σ_c

* Types of soil :-

التربة الخشنة
1- Friction soil « coshessionless »
1- مثل الزلط - الرمل ويعني أنها تربة غير متماسكة أي يحدث فيها احتكاك.
2- التركيب البنائي لها يعتمد على gravity والاحتكاك بين الحبيبات
3- التربة الخشنة تقاوم القص عن طريق قوة الاحتكاك بين الحبيبات.

$\tau = \mu * N$
معامل الاحتكاك



* general Mohr eq.

$$\tau = c + \sigma \tan\phi$$

- τ (kg/cm²): shear strength of soil
- c (kg/cm²): cohesion soil عامل التربة "التربة الهشة"
- σ: effective Normal stress الوزن الرأسي للتربة, $\gamma . h$
- ϕ: Angle of internal Friction of soil

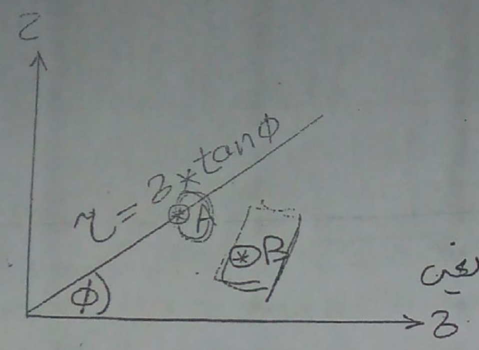
c, ϕ → shear strength parameters

* معادلة مور للتربة الخشنة :- «الرمل»
يعني $c = 0$ (الفاصل) لأن التربة غير متماسكة

$$\tau = \sigma * \tan\phi$$

- τ: shear strength
- σ: الاجهاد العمودي
- ϕ: Internal Friction angle.

- زاوية الاحتكاك الداخلي :-
هي التي تعبر عن مقاومة التربة الخشنة



خط الانهيار Failure Envelope
كل نقطة عليه تمثل نقطة انهيار
∴ تعتبر النقطة (A) نقطة انهيار.
∴ إذا وقعت النقطة (B) تحت الخط هذا يعني أن التربة لم يحدث لها انهيار

$* \tau = c' + \sigma' \tan\phi'$
Effective stress

$* \sigma' = \sigma - u$
ضغط المياه المسامية

2- Cohesive soil « Frictionless » التربة الناعمة

التربة الناعمة
١- مثل الطمي - الطين ويعني أنها تربة متماسكة أي لا يحدث فيها احتكاك.
٢- التركيب الناتج لها يعتمد على قوة التماسك بين حبيبات التربة وبعضها. بسبب وجود شحنات كهربية بين الحبيبات.
٣- التربة الناعمة تقاوم «القص/الاجهاد» عن طريق قوة التماسك بين الحبيبات.

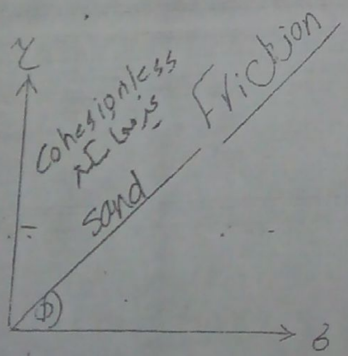
* معادلة مور للتربة الناعمة ١- «الطينية»

$\tau = c$

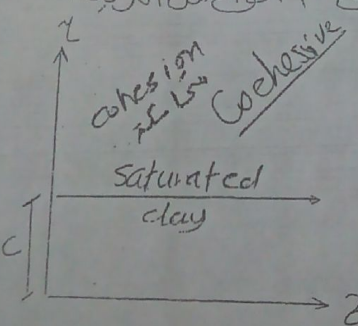
shear strength → τ
c → cohesive soil تماسك التربة

يعني φ = 0 الاحتكاك
يعني التربة متماسكة.

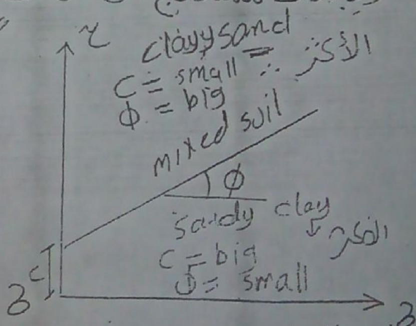
وبالتالي نستنتج أن هناك ٣ أنواع من التربة ١.



φ = ----
c = 0
NO تربة متماسكة
∴ احتكاك فقط
« تربة رملية »



c = ----
φ = 0
yes تربة متماسكة
∴ احتكاك مفيش
« تربة طينية مشبعة »

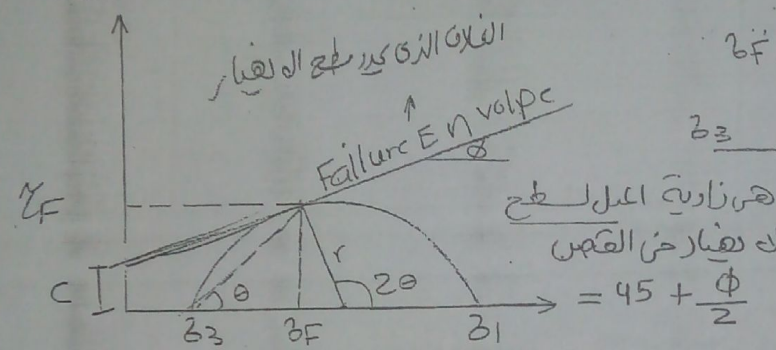


c = ----
φ = ----
الربع لتحديد التربة soil I
∴ تربة متماسكة ولها احتكاك
∴ خليط من التربتين وتتفاوت قيمتي c, φ حسب نوع التربة الغالب جداً

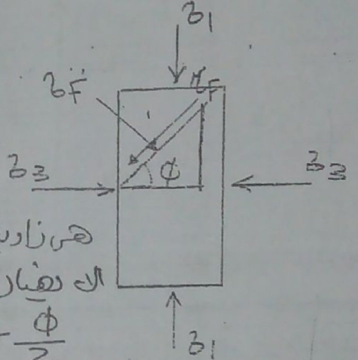
* General Mohr's eq.: For << C, Φ >>

$$\tau = C + \sigma \tan\phi$$

- τ (kg/cm²) → shear strength — مقاومة القص للتربة
- C (kg/cm²) → cohesive soil — تماسك التربة
- σ → Effective Normal Stress — الإجهاد العمودي $= \frac{\text{الوزن الرأسي}}{\text{المساحة}}$, $\gamma . h$
- ϕ → Internal friction Angle — زاوية الاحتكاك الداخلي



هي زاوية الميل لسطح الانهيار في القص $= 45 + \frac{\phi}{2}$



* mathmatical eq.s. — معادلات رياضية

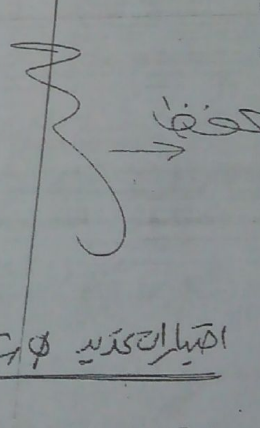
1- $\tau_F = C + \sigma_F \tan\phi$

2- $\left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\right)\sin 2\theta = \tau_F$

3- $\left(\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}\right) + \left(\frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}\right)\cos 2\theta = \sigma_F$

4- $\theta = 45 + \phi/2$

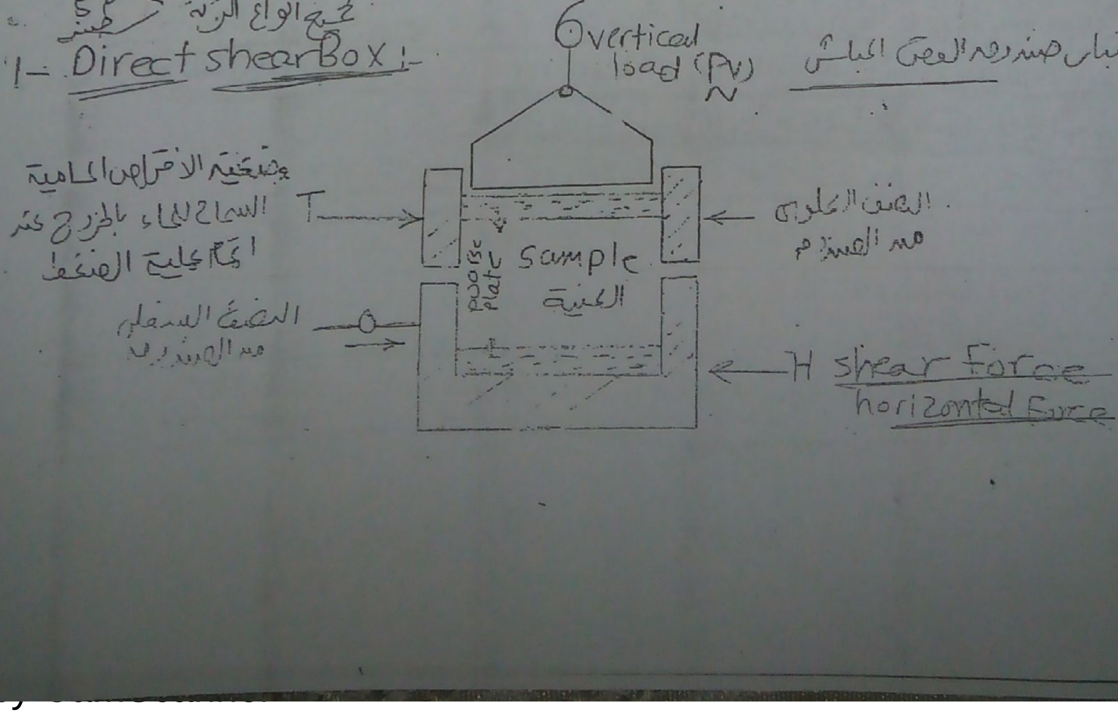
5- $(\sigma_1 - \sigma_3) = 2c\cos\phi + (\sigma_1 + \sigma_3)\sin\phi$



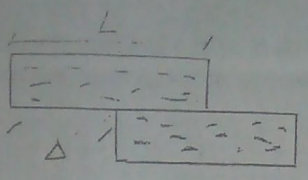
* laboratory test for detemination C,Φ — اختبارات تحديد C Φ

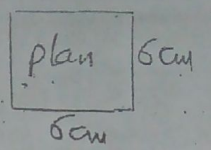
لجميع أنواع التربة (رملية، طينية)

1- Direct shear Box :- اختبار صندوق القص المباشر



3

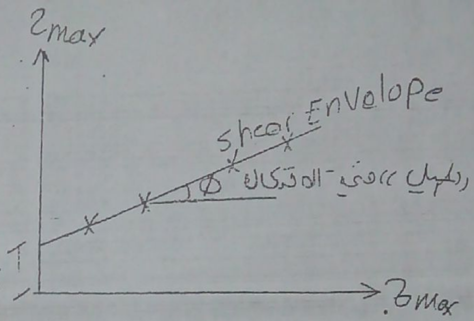




* للتربة الطينية أبعاد الصندوق 6cm×6cm
* للتربة الرملية تكون أبعاد الصندوق 30cm x 30cm

> يتم عمل الاختبار ٣ مرات بـ ٣ عينات متشابهة مع تغيير (PV/N) الوزن الرأسي العمودي

(الوزن العمودي "الرأسي" ↑) PV/N	(القوة الأفقية "القص" ↑) H_{max}	τ_{max} ($\frac{H}{6*(6-\Delta)}$)	σ_{max} ($\frac{PV/N}{6*(6-\Delta)}$)
10 kg	1.5	---	--
20 kg	3.75	--	--
52 kg	5.25	--	--
الذي أقوم بتغييره	متغير يقيد "N"		



* خطوات التجربة:-

١- وضع العينة المراد اختبارها

٢- التأثير بالحمل العمودي الرأسي (PV/N) مع السماح لأحد الأجزاء بالتحرك الأفقي تحت تأثير القوة الأفقية H مع ملاحظة ثبات قيمة N وزيادة H تدريجيا حتى يحدث الانهيار.

٣- يتم تسجيل قراءة القوة H وكذلك التشكلات الأفقية والرأسية وذلك لكل حمل رأسي N

٤- تكرر العملية السابقة وليكن 3 - 5 مرات.

٥- يتم تمثيل العلاقة بين الاجهاد العمودي "σ" و "τ" shear

* مميزات اختبار صندوق القص:-

١- قياس قيم اجهاد القص والاجهاد العمودي مباشرة وحساب c, ϕ من العلاقة البيانية

٢- يمكن الحفاظ على ثبات قيمة الاجهاد العمودي "Normal stress" طول التجربة

٣- يصلح للتربة المتماسكة مثل الزلط الرمل (كبير)

٤- من السهل قياس التشكلات طول التجربة "Deformation"

* عيوب اختبار صندوق القص:-

١- اجبار العينة على الانهيار على مستوى أفقي ليس بالضرورة أن يكون أضعف مستوياتها

٢- توزيع الاجهادات غير المنتظم على كامل الصندوق حيث يحدث تركيز عند الأحرف

٣- لا يمكن التحكم في تصرف المياه من العينة أو حتى قياس الضغوط.

٤- تغير الضغط المائي مع استمرار الضغط وهذا يؤثر على النتائج

* الحمل الرأسي هو الذي يسبب قص لأن لا يوجد قوى أفقية تؤدي إلى القص.

٥- التأثير بقوى القص المباشر والذي يتنافى مع الواقع حيث أن القص الحقيقي ناتج عن القوة المحورية.

2-page 274

Ex1.

$N = 28.8$ Kg

$H = 173$

The Box $= 6 \times 6$

Dry clean sand يعني $C = zero$ مفيش تماسك خالص

$\phi = ???$

$\tau = \sigma \tan\phi$

$$\tau_{max} = \frac{H}{A} = \frac{173}{6\times6} = 0.48 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} = \frac{N}{A} = \frac{28.8}{36} = 0.8 \text{ Kg/cm}^2$$

$\therefore \tau = \sigma \tan\phi$

$0.48 = 0.8 \tan\phi$

$\therefore \phi = 30.96$ ///

2- Trai axial compresion test: اختبار الضغط ذو ثلاثة محاور

1) axial load

3-2) constant cell pressure supply دخول الماء للمنطقة

4-3) pore pressure (dringe) خروج الماء (الهواء)

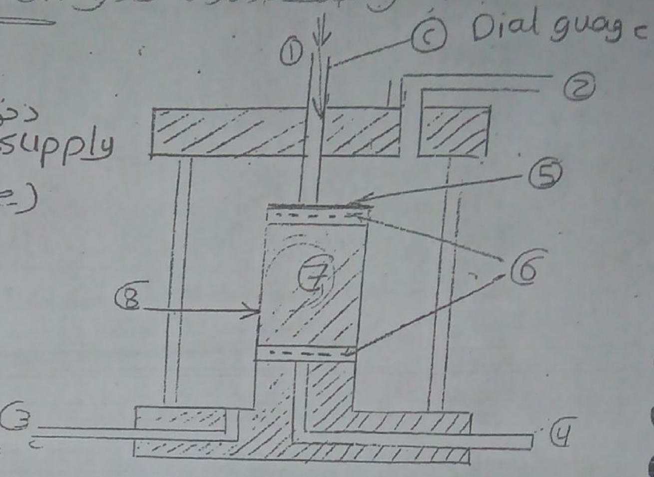
2-4) air value

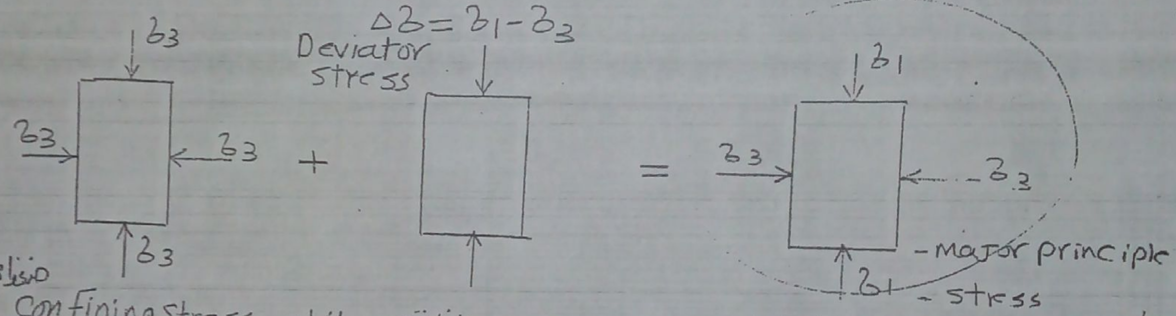
5) steel cap للضغط الفعلي

6) poorous stone الأقراص المسامية

7) soil sample عينة اسطوانية

8) rubber membrane غشاء مطاطي





$\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3$ Deviator stress

σ_3 منتظم

Confining stress "الناتج عن الماء"

all round stress – Hydrostatic

minimum stress " pressure

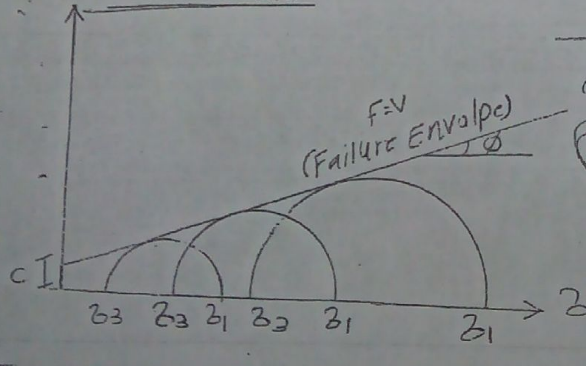
Later pressure

Minor priciple stress

cell pressure

– Major principle stress

– Total vertical pressure



* خطوات التجربة :

١- وضع العينة في مكانها كما بالشكل "ويعرضها لضغط جانبي ثابت "Cell pressure

ويسمى جميع الاتجاهات وهو عبارة عن ضغط هيدروستاتيكي "σ_3" "Hydrostatic. p"

٢- يتم زيادة الحمل الرأسي بقيمة $\Delta\sigma$ "deviator stress" حتى حدوث الانهيار مع مراعاة أن $\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma$ ، $\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3$

٣- يتم أخذ قراءة "diaviator stress" عن طريق proving Ring

٤- قياس التغير في انضغاط العينة بواسطة عن طريق "Dial guage"

٥- يتم تكرار التجربة وأخذ القراءات ورسم العلاقة البيانية ومنها إيجاد c, ϕ

* Types of traixial test:-

عدم تصرف / غير جانبة لا تصلب / انضغاط

1- unconsilidated undrained << u-u >> Quick test

الضغط σ_3

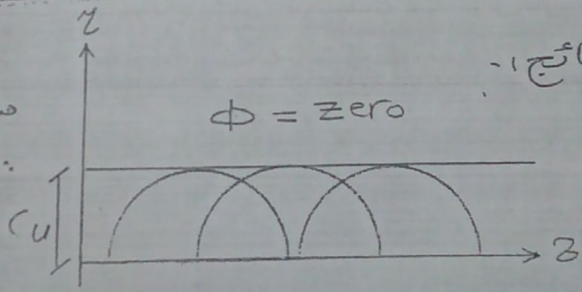
* توضع العينة بين رأسين معدنيين لمنع التصرف وبعد الوصول إلى Hydrostatic pressure "σ_3"
* يزداد الـ "$\Delta\sigma$" Deviator stress بسرعة بحيث لا تعطى فرصة لتصرف المياه
← أزيد $\Delta\sigma$ بسرعة مع قفل المحابس

* مدة الاختبار من ١٠ - ١٥ دقيقة

* حالات الاستخدام

١- منشأ تم بناؤه بسرعة على طبقة طينية سميكة في منفذ قصير الطين لا الانشاء
٢- إنشاء السدود والقواعد والخوازيق والأساسات على تربة طينية مشبعة تماماً

* النتائج :-



من الملاحظ هنا أن التربة طينية مشبعة
∴ يوجد تماسك فقط $c = ✓$
$\phi = 0$ ولا يوجد احتكاك

عدم تصرف / غير جانبة   انضغاط / تصلب

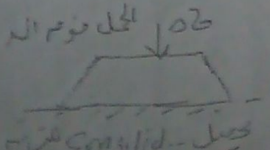
2- consilidated undrained :- << c-u >> Rapaid test

الضغط السابق ذكره

* يسمح للعينة بتمام التصرف تحت تأثير "σ_3" مع فتح المحابس حتى تخرج الماء تماماً ويتوقف خروجها ويحدث التصلب " الانضغاط " ويدل توقف خروج الماء على ذلك Deviator stress

* يتم التأثير بالـ "$\Delta\sigma$" مع ترك أحد وصلات تصرف المياه مفتوحاً وذلك لقياس "P.W.P" poor water pressure ← ضغط المياه البينية "(U)"
$\bar{\sigma}_3 ; \bar{\sigma}_1 = \sigma - u$

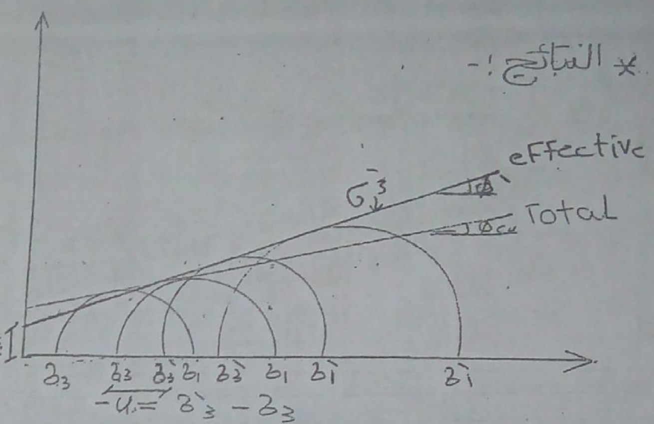
* مدة الاختبار ← ٢٤ ساعة لإتمام عملية التصلب ← Consilidated
← من ١٠ دقائق ـ ٢ ساعة لإتمام مرحلة $\Delta\sigma$ ← Deviator st.



* حالات الاستخدام :-
* انخفاض سريع لمنسوب الماء بجوار سد ترابي

ضغط المياه البينية
pour water pressure
u ← علامة وجود إزاحة
effective / CU test

* النتائج :-



* نلاحظ أنه
ترسم رسمة لـ Total ...
ورسمة effective
بسبب وجود (u)

* نلاحظ أنه
$\bar{\sigma}_3 = \sigma_3 - u$

جاف/التصرف   تصلب/انضغاط

3- consilidated drained : « C-D » slow test

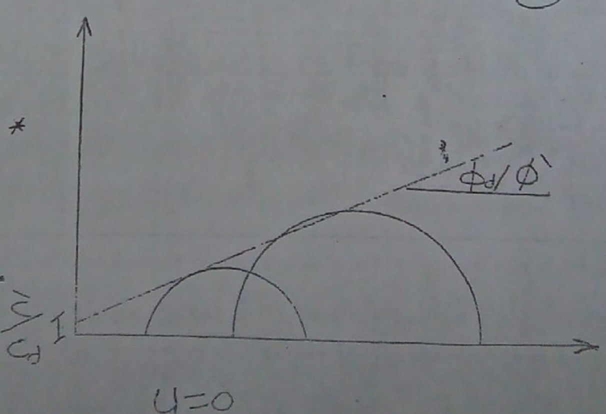
* يسمح للعينة بالتصرف تحت تأثير σ_3 حتى حدوث التصلب ويدل عليه توقف خروج الماء

* تم تحت التأثير بـ $\Delta\sigma$ مع السماح بالتصرف « فتح المحابس كلها »
وذلك عند بطء حتى تكون الزيادة في « u » = صفر = pour water pressure

* مدة الاختبار = ٢٤ ساعة للتصلب
= ٢ أسبوع لمرحلة $\Delta\sigma$

* حالات الاستخدام :-
١- دراسة المنشأ على المدى الطويل « ابن دور السادى وبعد سنة الدور الثانى وهكذا ... »
٢- الإنشاء يبطئ على تربة طينية ضعيفة

* النتائج :-



* نلاحظ أنه
ترسم رسمة واحدة تصلح
لـ Total , effective

* نلاحظ أنه
u = 0

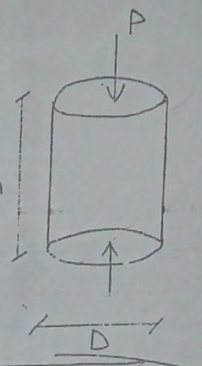
Triaxial ال المعادلة مو خاصة $\sigma_3 = 0$ كيف

unconfined $\sigma_3 = 0$

$h = 2D$ P/A $\sigma_1/2$

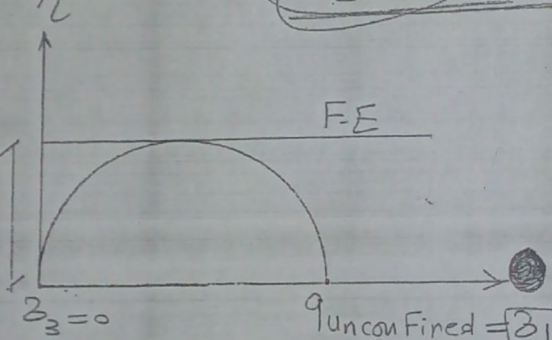
$C_u = q_u/2$

3- unconfined compression test :- اختبار الضغط الغير محاط $C_u =$



saturated clay * تستخدم العينة (الطين المشبع)

* يتم التأثير بالحمل بسرعة حتى لا نعطي فرصة لخروج الميله $\sigma_3 = 0$



$q_u/2 = C_u$

$\sigma_1/2 =$

$\sigma_3 = 0$

$q_{unconfined} = \sigma_1 = \frac{P}{A}$

$h = 2D$

$q_u = P/A$

نصف القطر $C_u = q_u/2 = \sigma_1/2$

* الاستخدامات :-

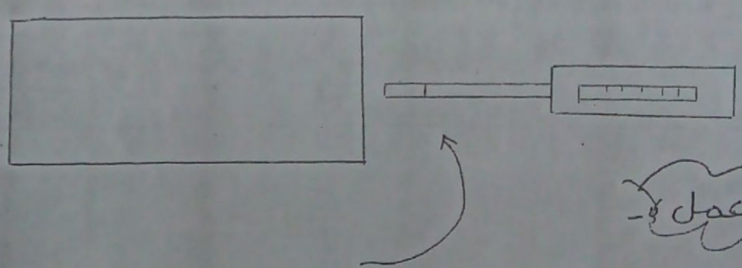
1- حساب قدرة التحمل للتربة الطينية في الزمن القريب.

2- اتزان الميول الترابية في الزمن القريب.

3- تحديد خصائص تحت تأثير الأحمال السريعة

In Field

4- pocket penetrometer test :- اختبار جهاز الغرز الجس



* خطوات العمل :-

نقوم بغرز الجهاز في التربة حتى يصل لهذا الـــــ ثم نقوم بقراءة مدى على التي توضح ← قيمة للضغط المطلوب ← قيمة لمقاومة التربة (q_{un})

ومن خلاله ندخل بقيمة qun على الجدول التالى من الكود ونطلع قوام التربة

qun	القوام
<0.25	لين جداً
0.25 − 0.5	لين
0.5 − 1	متوسط التماسك
1 − 2	متماسك
2 − 4	شديد التماسك
>4	جامد

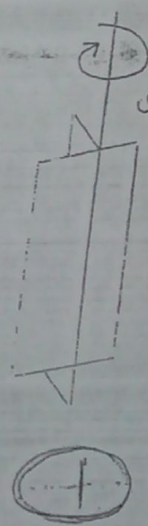
2) Van shear test : اختبار مروحة القص

$D = 50 - 75\ mm$

$H = 100 - 150\ mm$

$$T = \pi D^2 C_u (H/2 + D/6)$$

Cohesion
اللى انا عايزه = ?



* خطوات العمل :-
نقوم بوضع الجهاز ذو الثغرات (المروحة) فى نهاية الريش فى العينة الاسطوانية. ثم نقوم باللف وأخذ القراءة التى تعطى عزم اللى "T" الذى يسبب انهيار التربة براحة

* Slay senistivity :. حساسية الطين

كلما زادت زادت حساسية التربة

$$S_t = \frac{q_u\ (\text{undisturbed})}{q_u\ (\text{remolded})}$$

غير مقلقلة
مقلقلة

+ من جدول بدخل عليه من الكود بـ St أطلع حساسية التربة

يعني أنه أنا اتعامل مع إجهادات ✗

EX 3: Quick shear Box test were carried out on three specimens of partially saturated clay. Results are as follow

Normal stress kg/cm^2 (σ_n)	1.45	2.41	3.37	أكبر قيمة
Shear stress kg/cm^2 (τ)	1.03 (أقل قيمة)	1.17	1.32	$\Phi = ?$

$C = ??$

– Find The apparent cohesion and Angle of Internal friction

– Determine unconfined compressive stress of a specimen of same soil

q_{un} confined → unconfined compressive strength test يعني تجربة

$\sigma_3 = 0$, $q_{un} = \sigma_1$

Notes * كيفية حساب الـ "scale" ⇐ وهو أول حاجة تحدد في المسألة

١- تحديد أكبر قيمة وأقل قيمة من الجدول

٢- وضع شكل ثابت ومبدئي لـ scale ⇐ $1cm : 1 kg/cm^2$ ← الذي يتغير حسب المسألة / ثابت لا يتغير

أكبر عدد من الجدول ⇐ أكبر قيمة : x ← مسافة الرسمة كم

* كيفية حساب مكان الـ "point" ← الرأسي / الأفقي

١- باستخدام الـ scale الذي تم تحديده سابقاً ← طول تمثيل الـ scale

$1 cm : 1 kg/cm^2$

← باستخدام المسطرة / بداية من الصفر - قيمة النقطة الحقيقية قيمة النقطة : x ← مكان النقطة المطلوبة في الرسم

٢- أقوم بتحديدها على الرسمة سواء المحور ← الرأسي / الأفقي

* كل الرسمة لازم تكون بـ "scale" موحد على المحورين ← الرأسي / الأفقي

* نبدأ بأي قيم من الرسمة كقيمة $C = ??$ مثلاً نحول إلى أصلها الحقيقي عن طريق "scale" كالآتي ← تمثيل الـ scale

$1cm$: $1 kg/cm^2$

القيمة الناتجة من الرسم : ? ⇐ القيمة الحقيقية

— sol —

scale ⇒ $1cm : 0.5 kg/cm^2$

$x : 3.37$

$$x = \frac{1 \times 3.37}{0.5} = 6.74 cm$$

points.. $1cm : 0.5 kg/cm^2$

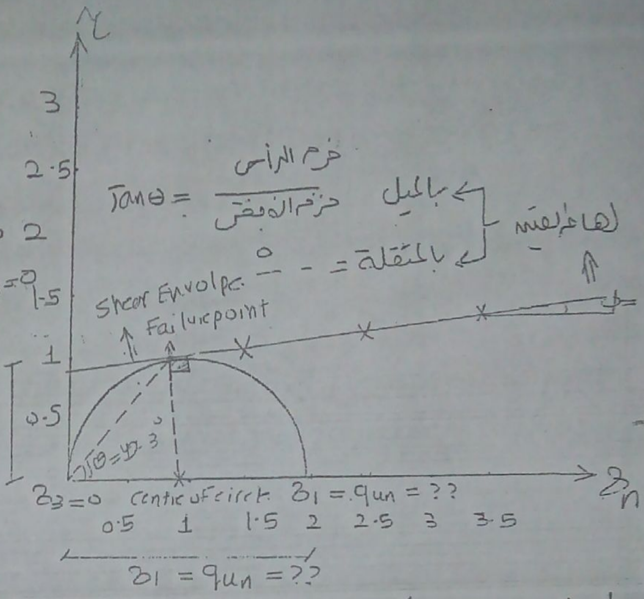
$x : 1.45$

$$x = \frac{1 \times 1.45}{0.5} = 2.9$$

وهكذا لبقية النقط حتى أثبت في الأمثلة الجاية نفس الأمر، ولا داعي لكتابتها في كل المسائل

Note: حلى بالنا انها تتعامل مع انواع صبر التربة والمسائل كذلك:

- Direct shear Box — تتعامل مع اجهادات
- Tri axial compression test — تتعامل مع دائرة مور
- unconfined compression test — $\sigma_3 = 0$
- van shear test Torque, diameter



C = 0.8

ليس الكلام ده في الرسمة بالمطرة من الصفر نحول الى حقيقي كالآتي

⇒ scale 1cm : 0.5 Kg/cm²

0.8 : C

$$\therefore C = \frac{0.8 \times 0.5}{1} = 0.4 \ Kg/cm^2$$

⇒ Φ —
- بالمنقلة = 8.6°
- $Tan\phi = \frac{1.32 - 1.17}{3.37 - 2.41} = 0.156$

$\therefore \phi = 8.6°$

Note: لايجاد المطلوب الثاني يجب رسم دائرة ولرسم دائرة يوجد طريقتان

① عن طريق نقطة انهيار S.E ← محددة / لو غير محددة

حيث نقوم باسقاط عمودي من نقطة الانهيار على المحور الأفقي فتكون نقطة التقاطع بينهما هي centre الدائرة ومنه نرسم الدائرة ويتم ايجاد باقي المطالب.

② عن طريق
$\sigma_3 = \checkmark$ ، $\theta = 45 + \frac{\phi}{2}$ Ⓐ
أو Ⓑ $\sigma_1 = \checkmark$ ، $\theta = 45 - \frac{\phi}{2}$

حيث نقوم برسم الزاوية "θ" خط مائل مع المحور الأفقي فتتقاطع مع الـ S.E من نقطة هي نقطة الانهيار ثم اسقط منها عمودي على الأفقي فيكون centre الدائرة ثم ارسم الدائرة واحسب باقي المطالب

← طبقاً من رسمتنا هنا نستخدم الطريقة الثانية Ⓐ

$\sigma_3 = 0$ ، $\theta = 45 + \frac{\phi}{2} = 49.3°$
unconfined

ومنها نرسم الدائرة بالخطوات المعروفة ثم نجد

σ_1 ← بالمسطرة = 3.8 cm

1 cm : 0.5 Kg
حقيقي ← المسافة من الصفر لنهاية الدائرة = 3.8 : q_{un}

$q_{un} = \frac{0.5 \times 3.8}{1} = 1.9$ Kg/cm²

Note!

- granual soil حيث
« Conhesionless soil »
sand ..... gravel
$C = 0$, $\phi = \checkmark$ فيه Friction احتكاك

Types of soil
- Cohesion soil
« silt - clay »
$C = \checkmark$, $\phi = 0$ فيها cohesion تماسك

- mixed الخليط من الاثنين
« sandy clay »
$C = \checkmark$, $\phi = \checkmark$

$\sigma_1 \; \theta = 45 - \frac{\phi}{2}$

$\sigma_3 = \theta = 45 - \frac{\phi}{2}$

Ex 4 :- quick shear Box test were carried out on three specimens of sandy clay. The cross section of The shear box was 6x6 cm.

Normal load : kg :	$\frac{20}{6\times6}$	$\frac{40}{6\times6}$	$\frac{80}{6\times6}$
Normal stress kg/cm2	0.56	1.11	2.22 ⇒ أكبر قيمة
shear load kg	$\frac{20.52}{6\times6}$	$\frac{27}{6\times6}$	$\frac{35.64}{6\times6}$
shear stress kg/cm2	0.57	0.75	0.99

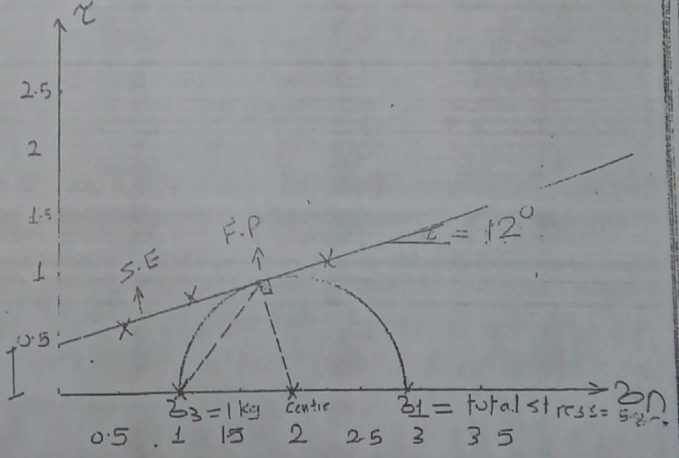
If a specimen of The same soil is tested in triaxial compression with a cell pressure (σ_3) of 1 kg/cm2, Find The total stress ($\sigma_1 = ??$) at which failure well be accepted to ocur.

— sol —

scale ⇒ 1 cm : 0.5 kg/cm2 . points 1 cm : 0.5 kg

x : 2.22 x : 0.56

$\therefore x = \frac{1 \times 2.22}{0.5} = 4.44$ cm $x = \frac{1 \times 0.56}{0.5} = 1.12$



V.I Note: خلي بالك تختلف نتيجة C على الرسم باختلاف ال scale اللي تأخذه

C = 0.9 بالمسطرة على الرسم

scale ⇒ 1 cm : 0.5 kg/cm2

0.9 cm : C

$\therefore C = \frac{0.9 \times 0.5}{1} = 0.45$ kg/cm2

$\phi = 12^\circ$

$\sigma_3 = 1$ kg

$\theta = 45 + \frac{\phi}{2} = 45 + \frac{12}{2} = 51^\circ$

$\therefore \sigma_1 = 5.8$ cm على الرسم

1 cm : 0.5 kg

5.8 : σ_1

$\sigma_1 = 2.9$ kg/cm2

- Triaxial "C-U" Test

Ex 5. The Results of consilidated undrained triaxial tests with pore water pressure measured on a compacted soil at Failure are as follow:

Total lateral pressure (σ_3) kg/cm²	0.7	3.5
Total vertical pressure (σ_1) kg/cm²	3.04	8.95
pore water pressure kg/cm²	-0.3	+1.17
effective lateral pressure ($\bar{\sigma}_3$)	1	2.33
effective vertical press ($\bar{\sigma}_1$)	3.34	7.78

- Determine a The apprant cohesion ($c = ??$) and Angle of shearing resistance ($\phi = ??$) referred to total and effective stresses. ← هو طالب الرسم

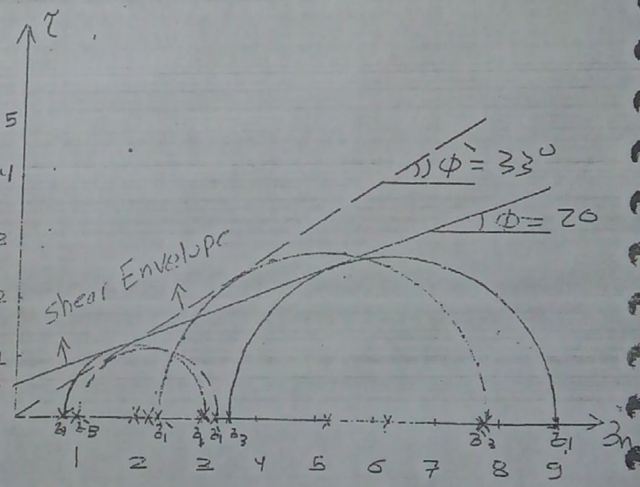
— sol —

scale 1 cm : 1 kg

المسافة كلها ← X : 8.95

$X = \frac{1 \times 8.95}{1} = 8.95$ cm

* Note عند حساب نصف قطر دائرة مور
في Triaxial لرسم الدائرة
تقاس المسافة من $\sigma_1 - \sigma_3$ وتقسم ÷ 2



I = C = 0.55 / C = 0 ⇐ من الرسم

∴ Scale 1 cm : 1 kg
0.55 : C
∴ C = 0.55 kg
, $\bar{C} = 0$
$\phi = 20$
, $\bar{\phi} = 33$

* من هنا الطريقة الثالثة لرسم الدائرة وهي خاصة "Triaxial Test"
فيها تكون طرفي الدائرة "σ_1, σ_3" معلومين
حيث يتم توقيعهم على المحور الأفقي ثم قياس المسافة
بينهم $\sigma_1 - \sigma_3$ ثم قسمتها ÷ 2
فينتج نصف القطر ومركز الدائرة

Ex 7:. A van 10 cm long and 8 cm diameter was used to measure the shear strength of a soft clay. The torque at a failure was 450 (kg.cm). Further quick rotations causing Remolding of The clay were applied and The Required torque was 180 kg-cm. Calculate The undrained Cohesion of The clay in Its Natural and remolded states.

— Sol —

undisturbed

$$T = \pi D^2 c (H/2 + D/6)$$

$$450 = \pi (8)^2 c (10/2 + 8/6)$$

$$c_u = 0.35 \ kg/cm^2$$

H = 10 cm
D = 8 cm
T = 450 kg.cm
c = ?

$$c_u = \frac{q_u}{2}$$

$$\therefore q_u = 2 \times 0.35 = 0.7 \ kg/cm^2$$

$$T = \pi D^2 c (H/2 + D/6)$$

$$180 = \pi (8)^2 c (10/2 + 8/6)$$

$$c_u = 0.14 \ kg/cm^2$$

H = 10 cm
D = 8 cm
T = 180 kg.cm
c = ?

$$c_u = \frac{q_u}{2}$$

$$\therefore q_u = 2 \times 0.14 = 0.28 \ kg/cm^2$$

$$\therefore S_t = \frac{q_{un} \text{ (undisturbed)}}{q_{un} \text{ (remolded)}}$$

(S_t ↓ senistivity)

$$= \frac{0.7}{0.28}$$

$$= 2.5$$

ثم ادخل حق هدول الكود، اطلع حساسية التربة.

problems

1- Speeimens of sandy clay were test in a shear box, 36 cm² in Area, under undrained condition. The Results as Follow

Normal Load kg	$\frac{18}{36}$	$\frac{36}{36}$	$\frac{54}{36}$
Normal stress kg/cm²	0.5	1	1.5 → أكبر رقم
max. shear load kg	$\frac{11.25}{36}$	$\frac{15.84}{36}$	$\frac{20.16}{36}$
shear stress kg/cm²	0.32 → أقل رقم	0.44	0.56

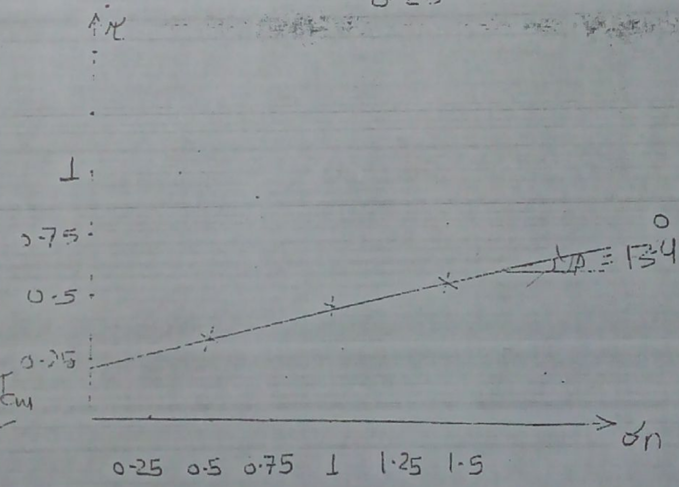
المطلوب Plot The Failure envolope for The soil. Determine The apparent cohesion (c = ?) and Angle of Internal Friction (ϕ = ?).

⇒ Scale : 1 cm : 0.25 kg
x : 1.5

$\therefore x = \frac{1.5 \times 1}{0.25} = 6 \text{ cm}$

points 1 cm : 0.25 kg
x : 0.32

$y = \frac{1 \times 0.32}{0.25} = 1.28$



C = 0.8 cm على الرسم
على الطبيعة

Scale 1 cm : 0.25 kg
0.8 : C

$\therefore C = \frac{0.8 \times 0.25}{1} = 0.2 \text{ kg/cm}^2$

$\phi = 13.4°$ بالمنقلة

الميل
$\tan\phi = \frac{0.44 - 0.32}{1 - 0.5} = 0.24$

$\therefore \phi = 13.4°$

$c = 0$

2- specimens of compact dry coarse sand were tested in a shear Box. 6x6 cm. The Results are as Follow:. ذكر بقى

- ✓ Normal load kg : $11/36 = 0.31$ $20/36 = 0.56$ $30/36 = 0.83$ $40/36 = 1.11$
- × peak shear load kg : $9/36 = 0.25$ $18.1/36 = 0.50$ $27/36 = 0.75$ $36.2/36 = 1.01$
- ✱ ultimate shear load kg : $7.5/36 = 0.21$ $15.2/36 = 0.42$ $22.7/36 = 0.63$ $30/36 = 0.83$

Determine The angle of shearing resistance in The dense and in The losses states.

ϕ → dense كثيفة
→ loose غير متماسكة

Sand ← نسبة الفراغات الكبيرة امكان كبير
← فراغات صغيرة امكان صغير

scale → 1cm → 0.25 kg/cm²
x → 1.11

$x = \frac{1 \times 1.11}{0.25} = 4.44\ cm$

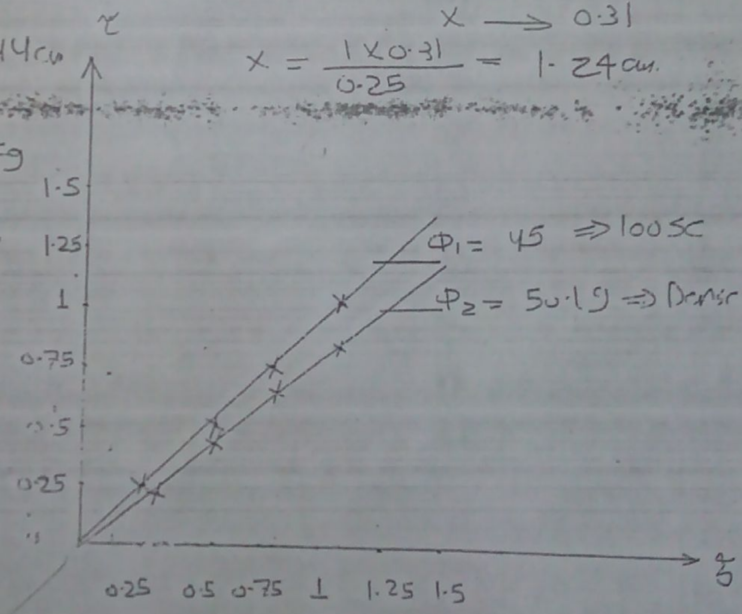
points 1cm → 0.25 kg/cm²
x → 0.31

$x = \frac{1 \times 0.31}{0.25} = 1.24\ cm$

scale → 1cm → 0.25 kg
x → 1.01

$x = \frac{1 \times 1.01}{4.04}$

$= 4.04\ cm$



$\tan\theta = \frac{0.50 - 0.25}{0.56 - 0.31}$

$= 1$

$= 45$ ⇒ loose

خراغات كثيرة امكان صغير ((زاوية صغيرة))

$\tan\theta = \frac{0.42 - 0.12}{0.56 - 0.31}$

$= \frac{6}{5}$

$= 50.19$ ⇒ Dense

فراغات قليلة امكان كبير ((زاوية كبيرة

τ ← shear

σ Normal

$\phi = \tan^{-1}\frac{\tau}{\sigma}$

~~$\phi = \tan^{-1}\left(\frac{\tau}{\sigma}\right)$~~

c = zero

3- A specimen of dry cohesionless soil was tested in a shear box. At a Normal stress of 2.4 kg/cm², The specimen Failed at a shear stress of 1.6 kg/cm². Determine The Angle of shearing resistance. Find From mohr's diagram The magnitude and direction of The principle stresses at Failure.

σ_1, σ_3

⇒ scale : 1 cm : 0.5 kg

x : 2.4

$x = \frac{2.4 \times 1}{0.5} = 4.8$

points 1 cm : 0.5 kg

x : 1.6

$x = \frac{1 \times 1.6}{0.5} = 3.2$ cm

Shear 1.6

* هنا سوف يتم استخدام الطريقة الذي لرسم الدائرة

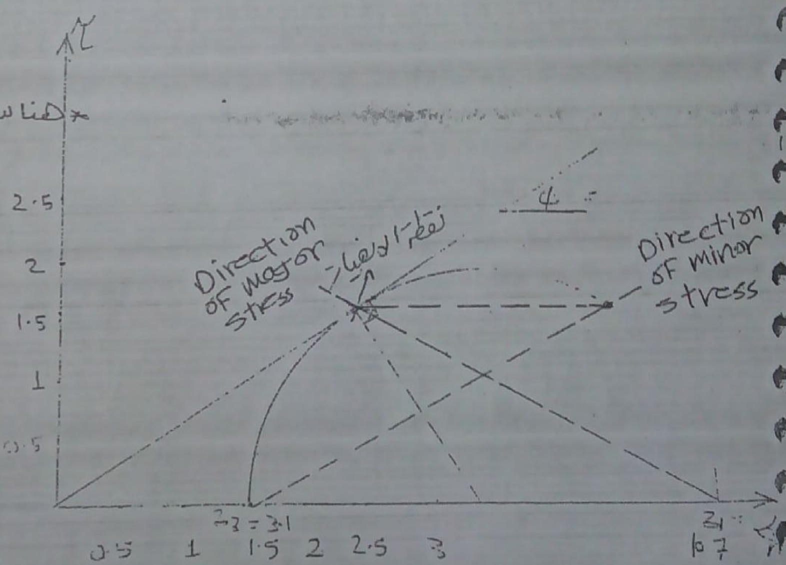
[illegible] مطلوب مانا ال

واعمل خط بقاطع ال φ

وانزل بعمودي

وارسم الدائرة

cohesionless soil c = 0



$\therefore \phi = 33.4°$

$\therefore \sigma_1 = 10.7$ cm ع الرسم

scale 1 : 0.5 kg

10.7 : σ_1

$\sigma_1 = \frac{0.5 \times 10.7}{1} = 5.35$

$\therefore \sigma_3 = 3.1$ cm ع الرسم

scale 1 : 0.5 kg

3.1 : σ_3

$\sigma_3 = \frac{0.5 \times 3.1}{1} = 1.55$

* كيفية إيجاد "Direction" "For principle stresses" σ_1, σ_3

نقوم بعد رسم دائرة موز بأي طريقة كانت .. برسم خط دائر من نقطة الانهيار موازي للمحور الافقي فيقطع الدائرة في نقطة

ع أطلع بخطين ← σ_1 [illegible] ، σ_3 [illegible] نقطها هذه النقطة

4- shear Box quick tests were carried out on three specimens of un saturated clay. The Ruslts as follow.

Normal stress Kg	1.5 → اول قيمة	3	4.5
Shear stress Kg	1.92	3.41	5.04 → اكبر قيمة

Find The apparent shear strength parameters. what will be the apparent cohesion ($C=$) obtained From the un con Fined compressive strength ($\sigma_3 = 0$) test.

⇒ scale 1 cm : 1 kg/cm²

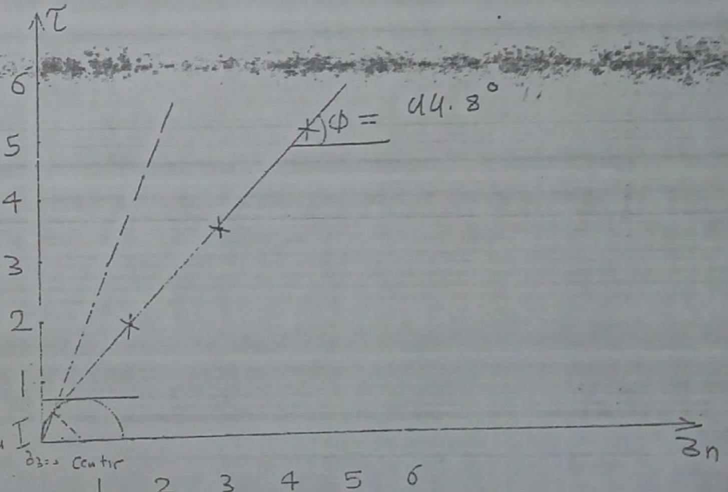
x : 5.04

$x = \frac{1 \times 5.04}{1} = 5.04$

points :- 1 cm : 1 kg/cm²

x : 1.5

$y = \frac{1.5 \times 1}{1} = 1.5$



Cun = 0.7 cm | على الرسم C = 0.3 cm |

⇓

عن الحقيقة

scale : 1 cm : 1 kg/cm²

0.3 cm : C

$C = \frac{1 \times 0.3}{1} = 0.3 \ kg/cm^2$

بالرسم $\Phi = 44.8°$

بالحل $\tan\Phi = \frac{3.41 - 1.92}{3 - 1.5} = 0.99$

$\therefore \Phi = 44.8°$

∴ un Con Fined compressive strength

$\therefore \sigma_3 = 0$

$\theta = 45 + \frac{\Phi}{2}$

$= 45 + 22.4 = 67.4$

$\therefore C = 0.7$ cm على الرسم

scale 1 cm : 1 kg/cm²

0.7 : C

$C = \frac{0.7 \times 1}{1} = 0.7 \ kg/cm^2$

شرح ٥٨٦

Kg/cm² بعض

36 كل

5- Remolded specimens of soil, 6cm square and 2cm thick were tested in a shear Box, observations on The applied Normal load and corresponding maximum shear load are as follow.

Normal load	Kg	18/½	27/0.75	36/1	45/1.25
Max. shear load	Kg	15/0.42	19.5/0.54	25.5/0.71	31/0.86

Determine The shear strength parameters, what will be The Value of The maximum shearing load. If an identical specimen of The soil is tested under Normal load 50 Kg ($\sigma_n = \frac{50}{36} = 1.38\ kg/cm^2$). Draw Mohr's circle for this applied load. Indicate direction on The plan Failure. and The planes major and minor stresses. Determine The magnitude of priciple stress.

⇒ Scale 1cm : 0.25 Kg

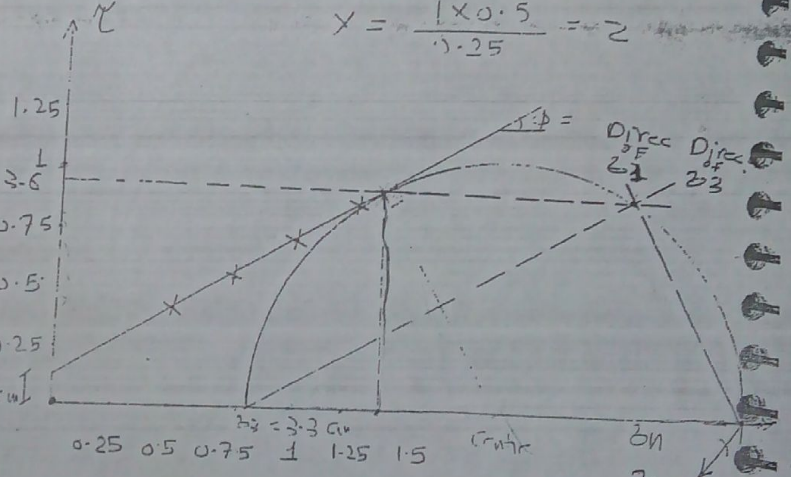
X : 1.25

$X = \frac{1 \times 1.25}{0.25} = 5cm$

points 1 cm : 0.25 Kg

X : 0.5

$X = \frac{1 \times 0.5}{0.25} = 2$



max τ على الرسم ⇐ 3.6

0.9 = shear load / 36

max shear load = 32.4

c = 0.5 cm على الرسم

⇒ Scale 1cm : 0.25 kg/cm²

0.5 : C

$C = \frac{0.5 \times 0.25}{1} = 0.125\ kg/cm^2$

$\tan\phi = \frac{0.54 - 0.42}{0.75 - 0.5} = 1.16$

$\therefore \phi = 49.2$

$\therefore \sigma_1 = 11.6\ cm$ على الرسم

$\sigma_1 = 2.9\ kg/cm^2$ في الحقيقة

$\therefore \sigma_3 = 3.3\ cm$ على الرسم

$\sigma_3 = 0.825\ kg/cm^2$ في الحقيقة

Scanned by CamScanner

5- A drained traixial compression test was carried out on a saturated specimen of clean sand ($c = zero$). when: The cell pressure ($\sigma_3 =$) was 1 kg/cm². The deviator stress ($\Delta\sigma$) at Failure was 4.82 kg/cm². find (ϕ_d). Determine The deviator stress ($\Delta\sigma = ?$) IF and major principle stress ($\sigma_1 = ?$) at Failure. IF The cell pressure was 2 kg/cm² $\sigma_3 = 2$

⇒ Scale 1 cm : 1 kg/cm²

x : 5.82

$x = \frac{1 \times 5.82}{1} = 5.82$ cm

$\sigma_3 = 1$ kg/cm²

$\Delta\sigma = 4.82$

$\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3$

$\sigma_1 = 1 + 4.82$

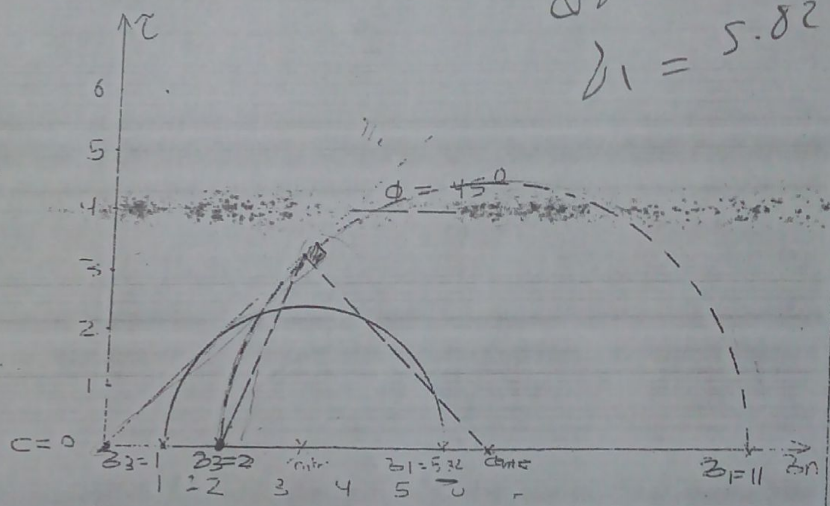
$= 5.82$

2

$\sigma_3 = 1$

$\Delta\sigma = 4.82$

$\sigma_1 = 5.82$



IF $\sigma_3 = 2$ kg/cm²

$\theta = 45 + \frac{\phi}{2}$

$= 45 + 22.5$

$= 67.5°$

$\theta = 45 + \frac{\phi}{2}$

①

$\therefore \sigma_1 = 11$ cm من الرسم

$\therefore$ Scale 1 cm : 1 kg/cm²

11 : σ_1

$\therefore \sigma_1 = \frac{11 \times 1}{1} = 11$ kg/cm²

$\Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3 = 11 - 2 = 9$ kg/cm²

$\sigma_3 + \Delta\sigma = \sigma_1$ $\quad \Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3$

$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$

8- Triaxial tests were carried out on two specimens of soil. The Results are follow.

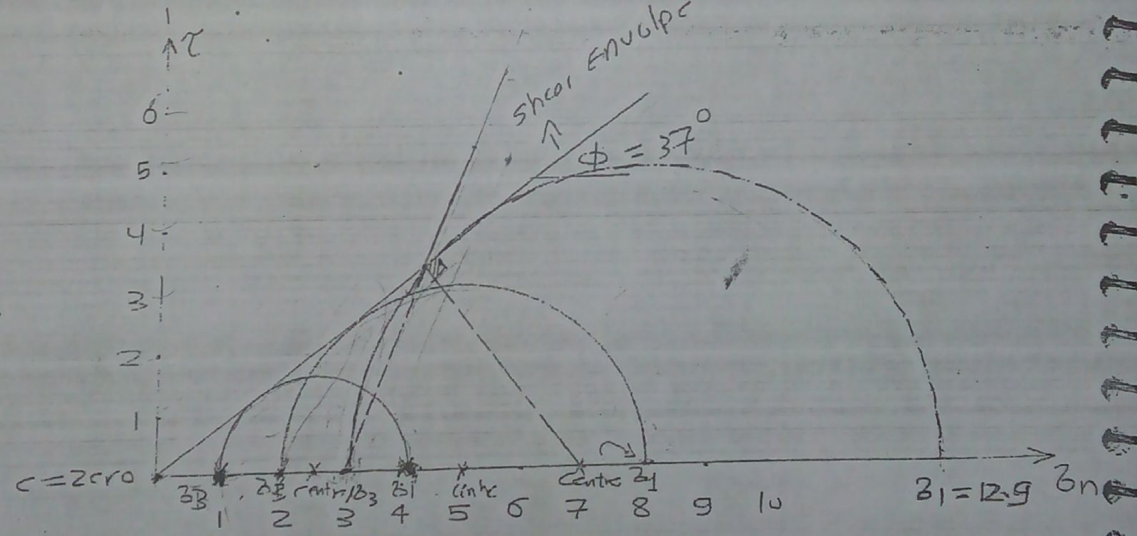
(σ_3) cell pressure kg/cm²	1.	2
($\Delta\sigma$) Deviator stress at Failure kg/cm²	3	6
(σ_1) Total pressure kg/cm²	4	8

Determine the shear strength parameters of this soil. If a third identical specimen was tested under a cell pressure (σ_3) of 3 kg/cm². Find the value of the major (σ_1) and minor (σ_3) principle stress.

Scale 1 cm : 1 kg/cm²

x : 8

$x = \frac{8 \times 1}{1} = 8$ cm.



C = zero

$\phi = 37°$

If cell pressure $\sigma_3 = 3$ kg/cm²

$\therefore \sigma_3 = 3$ kg

$\theta = 45 + \frac{\phi}{2}$

$= 45 + \frac{37}{2}$

$= 63.5$

$\sigma_1 = 12.9$ / $\sigma_1 = 12.9$ kg/cm²

22

$\phi = 0$

9- In an undrained triaxial test, a specimen of saturated clay failed under a deviator stress of 1.8 kg/cm² when the cell pressure was 0.75 kg/cm². Determine the value of undrained shear strength of the soil. What will be the measured unconfined compressive strength of another specimen of the same clay. Draw Mohr's circles for both tests showing the failure envelope.

$\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3$

$= 1.8 + 0.75$

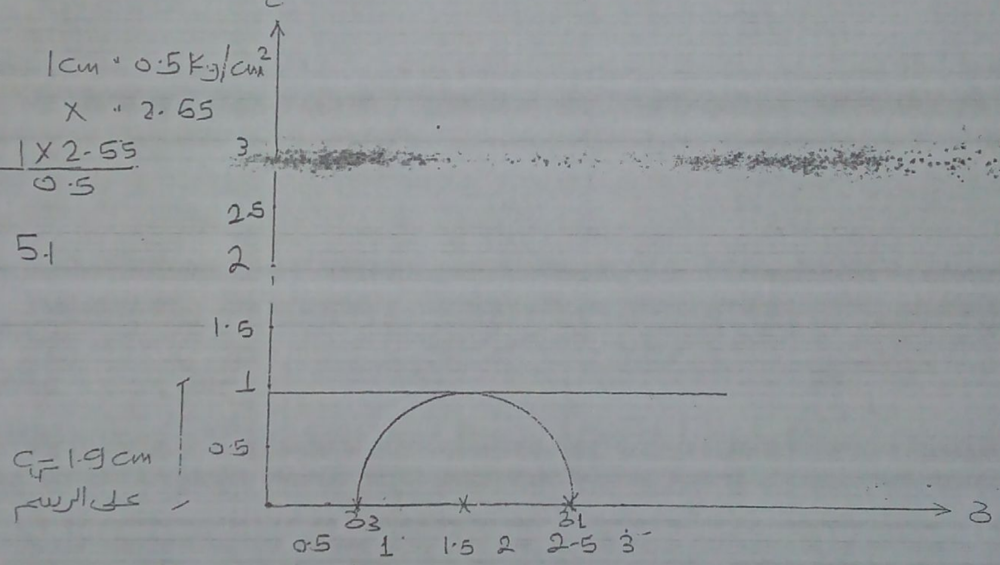
$= 2.55 \ kg/cm^2$

Scale 1cm : 0.5 kg/cm²

x : 2.65

$\therefore x = \frac{1 \times 2.55}{0.5}$

$= 5.1$



$\therefore$ scale 1cm : 0.5 kg/cm²

1.9 cm : C_u

$\therefore C_u = \frac{1.9 \times 0.5}{1} = 0.95 \ kg/cm^2$

$\therefore q_{un} = 2 c_u$

$= 2 \times 0.95$

$= 1.9 \ kg/cm^2$

(10) The Following are results of consolidated undrained triaxial tests with pore water pressure measurements on two specimens of a soil.

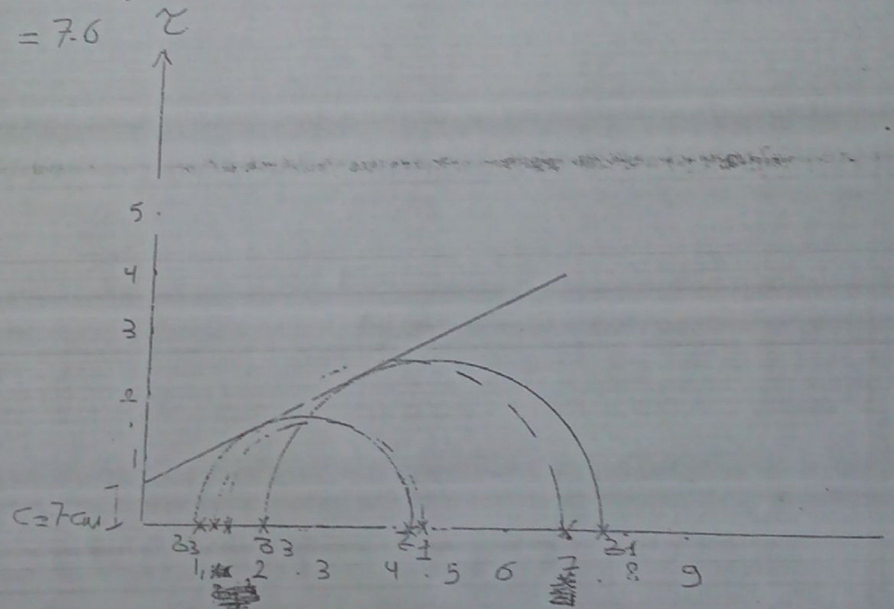
				$\bar{\sigma}$	
σ_3	kg/cm²	1	2	$\bar{\sigma}_3 = \sigma_3 - u$ 1.2	1.4
σ_1	kg/cm²	4.4	7.6	$\bar{\sigma}_1 = \sigma_1 - u$ 4.6	7
u	kg/cm²	−0.2	+0.6		

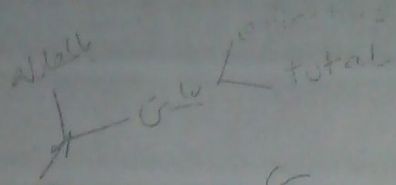
Determine the total and effective shear strength parameters.

Scale ⇒ 1 cm : 1 kg/cm²

x : 7.6

$x = \frac{1 \times 7.6}{1} = 7.6$





$\sigma_3 = 0.75$

add vertical press = 0.725 ?

(C – U) test

3- In a consolidated undrained triaxial test with pore water pressure measurement on dense sand ($c = 0$). The sample was consilidated under ALL Round pressure (σ_3) 0.75 kg/cm². At failure The pore water pressure (u) was 0.5 kg/cm² and The added vertical pressure was 0.725 kg/cm². calculate The angle of Internal Friction

Scale ⇒ low!

(14) Derive The Relation between The major and minor principle stresses in at failure interms of c and ϕ. $c = 0$

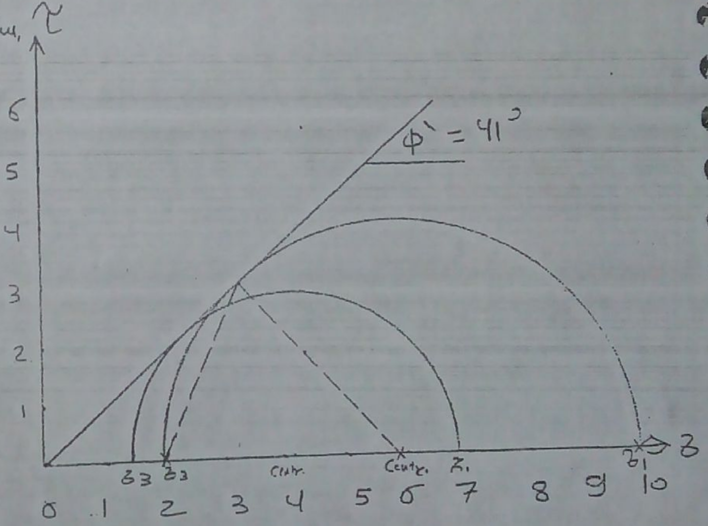
- In a drained triaxial compression test, a saturated specimen of sand Failed under a deviator stress of $5.35\ kg/cm^2$ when The cell pressure was $1.5\ kg/cm^2$. Find The effective angle of shearing resistance of The sand. and The approximate Inclination of The Failure plane to The Horizontal. what will be The deviator stress and The measure principle stress at failure for another identical specimen, If It is tested under a cell pressure $2\ kg/cm^2$

1) $\sigma_1 = \Delta\sigma + \sigma_3 = 5.35 + 1.5 = 6.85$

$\Rightarrow$ scale $1cm : 1\ kg/cm^2$

$x : 6.85$

$x = \frac{1 \times 6.85}{1} = 6.85\ cm$



$\therefore \phi' = 41°$

$\therefore \theta = 45 + \frac{\phi}{2}$

$= 45 + \frac{41}{2}$

$= 65.5°$

$\therefore \sigma_3 = 2\ kg/cm^2$

$\therefore \theta = 45 + \frac{\phi}{2} = 65.5°$

$\therefore \sigma_1 = 9.7\ cm$ على الرسم

$\therefore \sigma_1 = 9.7\ kg/cm^2$

$\therefore \Delta\sigma = \sigma_1 - \sigma_3$

$= 9.7 - 2 = 7.7\ kg/cm^2$

(5)- Remolded specimens of siltysand prepared by compaction to proctor maximum dry density and optimum moisture content are used for consolidated undrained triaxial tests with pore water pressure measurements. The results are as Follows:

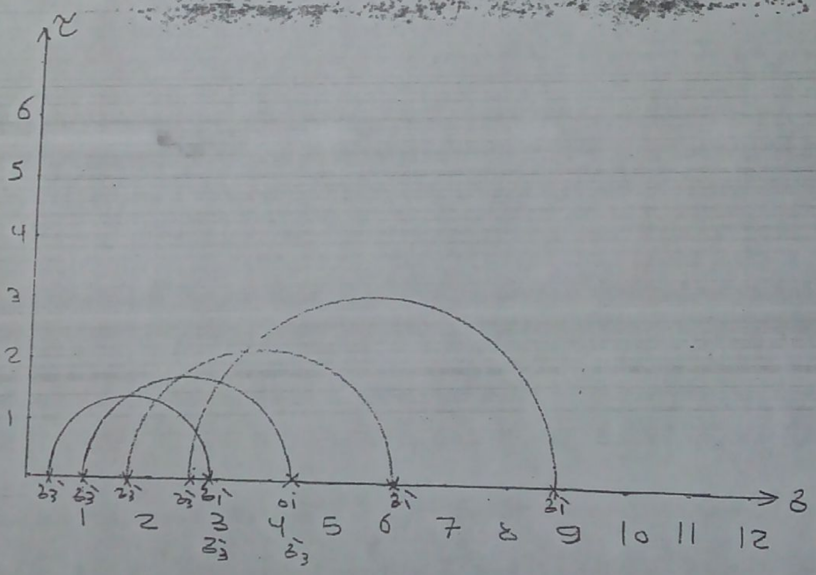
$\bar{\sigma}_3$	kg/cm²	0.4	1	1.65	2.75
$\bar{\sigma}_1$	kg/cm²	3	4.43	6.15	8.8 → أكبر قيمة

- Draw The mohor circles and The Failure Envolpes. Determine The Valurs of $\bar{c}$, $\bar{\phi}$. Alsoplot The modified Failure envolpe and compare The Results.

⇒ scale 1cm : 1 kg/cm²

x : 8.8

$\therefore x = \frac{1 \times 8.8}{1} = 8.8$ cm



$c = 0$

(16)- Adrained traiaxial test is carried out on auniform dense sand with Roundeel grains. The All Round Pressure $\sigma_3 = 1\ kg/cm^2$ Esitimate The deviator stress at failure. Use table 11.1 for typical ϕ_d value. استخدم اى محيح الزاوية

الحل

17- The shear strength parameters of a soil were reported to be $c = 0.2\ kg/cm^2$ and $\phi = 22°$. what is the minimum lateral pressure required ($\sigma_3 = ?$) to prevent failure of the soil at a point subjected to vertical pressure ($\sigma_1 = 4.5$) of $4.5\ kg/cm^2$.

$\Rightarrow$ Scale $1\,cm \doteq 0.5\ kg/cm^2$

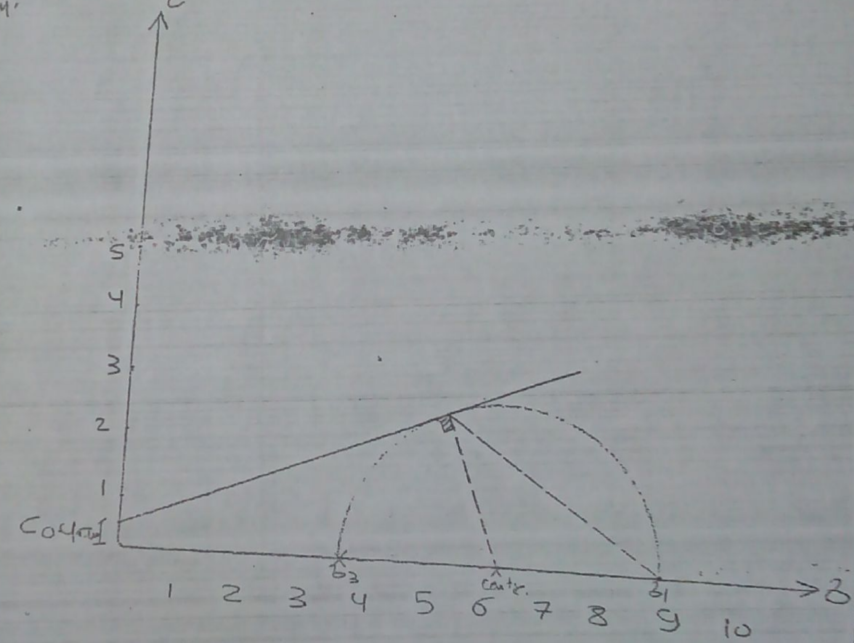
$x \quad 4.5$

$x = \frac{1 \times 4.5}{0.5}$

$= 9\ cm$

$c = 0.2 \quad = 0.4\ cm$

عالحقيقه   عالرسم



$\therefore \sigma_1 = 4.5\ kg/cm^2$

$\therefore \theta = 45 - \frac{\phi}{2}$

$= 45 - \frac{22}{2}$

$= 34°$

$\therefore \sigma_3 = 4.2\ cm$ عالرسم

$\therefore \sigma_3 = 2.1\ kg/cm^2$

17- undrained triaxial test was carried out on a sample of saturated clay ($\phi = 0$) under a lateral pressure of 0.5 (σ_3) kg/cm2 calculate the deviator stress ($\Delta\sigma = ?$) at failure knowing that the unconfined compressive strength is 1.81 kg/cm2 ($\sigma_1 = q_u = 2c_u = 2 *$ نق الدائرة)

من هنا عرفت قيمة q_u

$C = \frac{q_u}{1.81}$

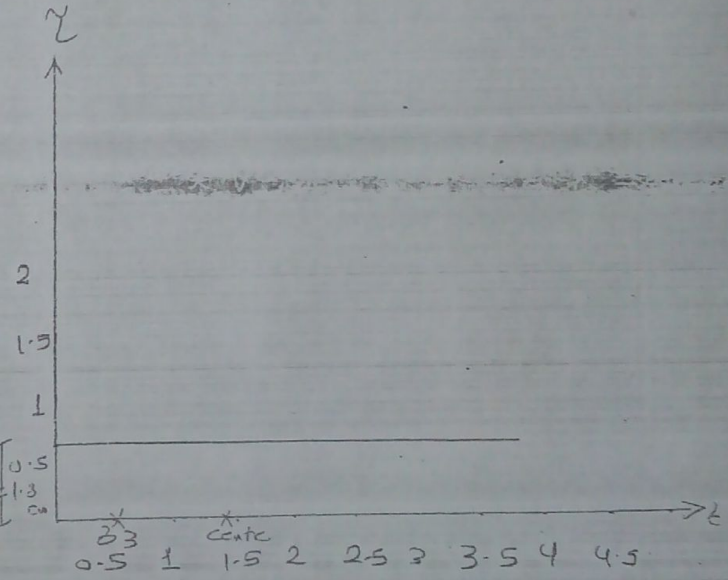
$C = 0.9$

دهي نق للدائرة

⇒ Scale 1cm : 0.5 kg/cm^2

x : 0.5

$x = \frac{1 \times 0.5}{0.5} = 1\ cm.$



$C = 0.9\ kg/cm^2 = 1.8\ cm$

عالحقيقي - عالرسم

19- The soil under a footing consists of coarse sand having an angle of shearing Resistance of 35°. The footing is subjected to an average vertical pressure of 1.2 kg/cm². An excavation was then carried out in the region rounded the footing. The footing settled and the underlying soil failed in shear. Estimate the failure shear stress acting on the failure plane.

(20) An unconfined compressive strength test was carried out on a specimen of clay 4cm diameter and 8cm high. The specimen failed under an axial load of 45.5 Kg. At failure the axial change in the length of the specimen was (1cm). Find the unconfined compressive strength of the clay. Describe the clay with respect to its consistency.

$T = \pi D^2 c_u (H/2 + D/6)$

$45.5 = \pi (4)^2 \, c_u \left(\frac{8}{2} + \frac{4}{6}\right)$

$c_u =$

$\therefore q_{um} = 2c_u$

$= 2 \times$

$=$

D = 4 cm

h = 8 cm

T = 45.5 x 1

= 45.5 kg cm

$q_{un} = ?$

مسلم

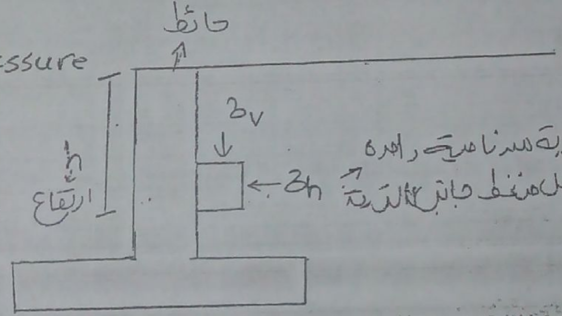
Chapter II
Lateral earth pressure
« E.P »

الضغط الجانبي للتربة

عند عمل منشأة ساندة Retaining structure فإن التربة التي يتم سندها تقوم بعمل ضغط جانبي على التربة في المنشأة الساندة.

σ'_v :- vertical over burden pressure
«effective»

$\sigma' = \sigma - u$ وزن عمود التربة الفعال



$\sigma'_v = \gamma h$
- above G.W.T فوق مستوى الماء
- under G.W.T تحت مستوى الماء « γ_{sub} »

$\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w$

given: e, Gs

$\gamma_{sub} = \frac{G_s - 1}{1+e}\gamma_w$

σ_h = lateral earth pressure الضغط الجانبي للتربة

$\frac{\sigma_h}{\sigma_v} = (K)$

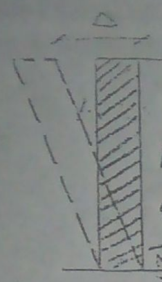
Coefficient of earth pressure

$\sigma_h = K * \sigma_v$

(أفقي) (رأسي)

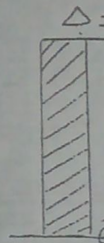
« لتحويل الضغط الرأسي إلى ضغط أفقي جانبي يؤثر في المنشأة »

Note (يعتمد K على نوع الحركة (حركة الحائط الساند) أو نوع التربة)

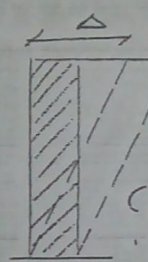


Wall displays away — التربة تضغط على الحائط
From The soil — فيتحرك بعيداً عن التربة.
(Active earth pressure) «K_a» معامل ضغط التربة في حالة الفعال
ضغط التربة الفعال (النشط) لأن التربة هي المحركة للحائط فيحدث تشكل ويتحرك الحائط بعيداً عن التربة

⇐ وهنا تحدث أقل قيمة للضغط الجانبي $\sigma_{h\,min}$

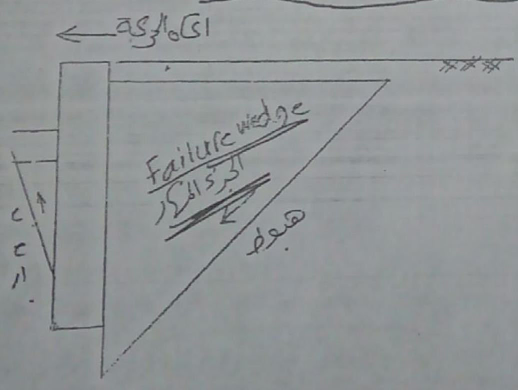


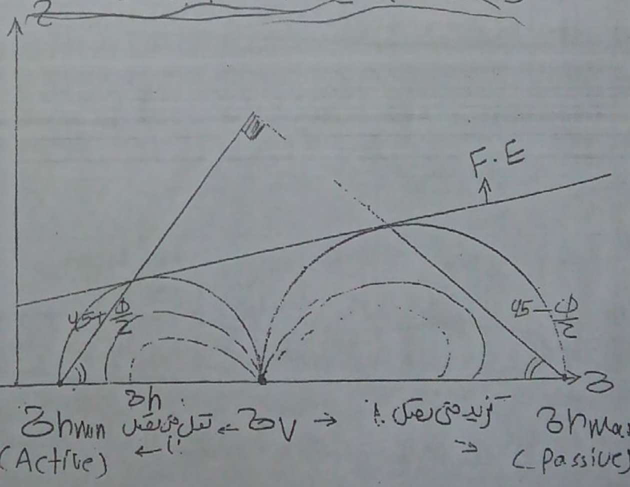
Wall not display away — التربة تضغط على الحائط
From The Soil — ولكن الحائط لا يتحرك من مكانه
(At rest earth pressure) «K_o» معامل ضغط التربة في حالة السكون
حائط ثابت بسبب < بلاطة سقف لا تحركه / سقف لا يحركه — والتربة لا تستطيع أن تحركه من مكانه فيظل ثابت



Wall displays towards The soil — الحائط يضغط على التربة فيحدث له حركة في اتجاه التربة
(Passive earth pressure) (K_p) معامل ضغط التربة السلبي
ضغط التربة السلبي لأن الحائط هو المحرك للتربة فيحدث له حركة في اتجاه التربة.

⇐ وهنا تحدث أكبر قيمة للضغط الجانبي للتربة $\sigma_{h\,max}$





* Types of E.P

1) At Rest earth pressure (K_o)
2) Active earth pressure (K_A)
3) Passive earth pressure (K_P)

1. At-rest « Earth pressure »

الضغط الجانبي للتربة عندعدم حدوث اى حركة من الحائط الساند . (K_o)

* No movement → at The case of
1- Abutment of Bridge.
2- No yield is allowed in wall

at Rest E.P ------- يستخدم معامل (K_o) للحكم - التعبير لحساب الـ

For sand ⇒ $K_o = (1 - \sin\phi)$

For clay ⇒ $K_o = (0.95 - \sin\phi)$

For N.C.C ⇒ $K_o = 0.19 + 0.233 \log (P.I \%)$

For O.C.C ⇒ $K_{o} = K_{o\,N.C.C} \times \sqrt{O.C.R}$ Plastic Index = L.L - P.L

(O.C.C: over consilidated clay; N.C.C: Normally consilidated clay; O.C.R: over consilidation Ratio $= \frac{\sigma_c}{\sigma_o}$)

2. Active earth pressure

الضغط الجانبي النشط (الفعال) . (K_a)

- أقل قيمة للضغط الجانبي للتربة وتحدث عندما تكون حركة الحائط بعيداً عن التربة
« movement away of soil »

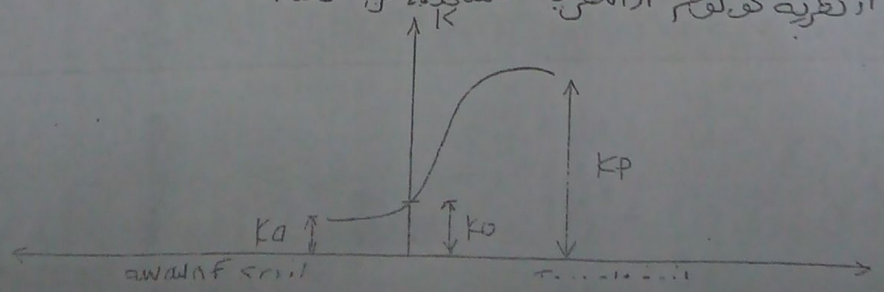
- يستخدم الـ (K_a) على حسب الحالات من نظرية رانكن "Rakin" أو نظرية كولوم أو النظرية المستخدمة في الحساب.

3. passive earth pressure

الضغط الجانبي السلبي (K_P)

أقصى قيمة للضغط الجانبي للتربة وتحدث عندما تكون حركة الحائط نحو التربة
« movement towards soil

- يستخدم الـ (K_P) لحساب الـ Passive E.P من نظرية رانكن "Rakin" أو نظرية كولوم أو النظرية المستخدمة في الحساب.



* Rankin therory :

* تستخدم نظرية رانكن لحساب « Ep »

فروض رانكن :

* Assemptions :

1- soil is Dry (جافة), homogenous (متجانسة), isotropic (الاجهادات متساوية من جميع الحركة), cohessive cly.

2- soil is semi-infinite — التربة ممتدة لمسافات كبيرة

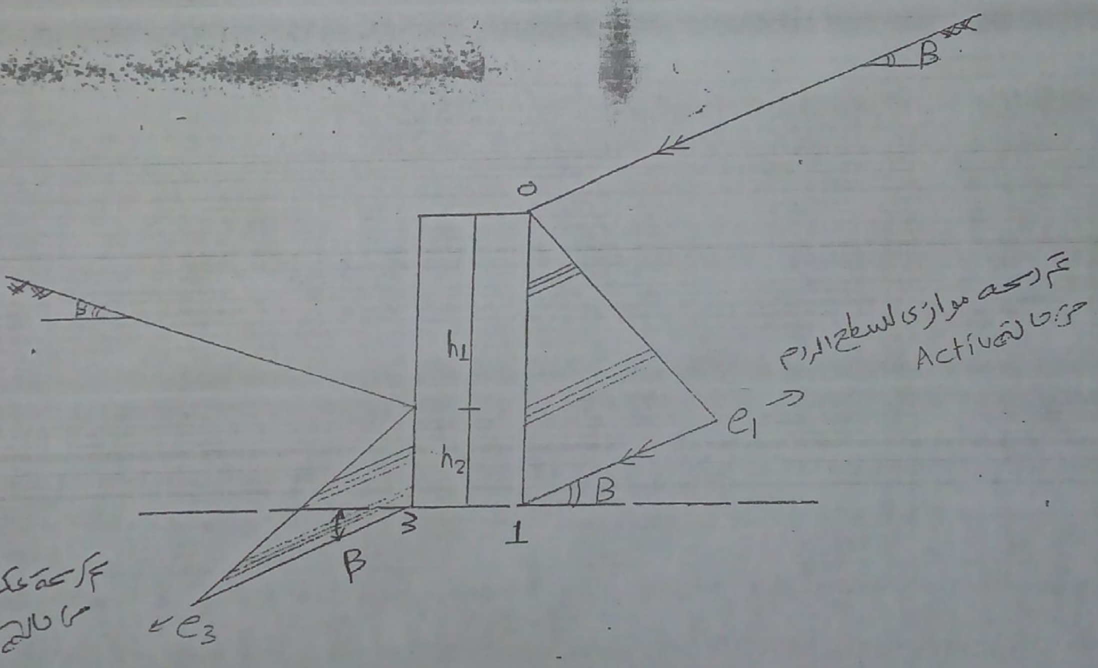
3- wall is vertical - smooth — الحائط رأسي - ناعم

4- back fill (الردم) Horizontal, inclined. — ردم التربة افقي -

5- No friction between wall and backfill (الردم) — مفيش احتكاك بين الحائط والردم

6- Failure according to plastic Equilibrium — الانهيار ناتج عن التوازن اللدن

* General case ! - الأرض مائلة ميل للردم



1- Calculate Ka, Kp

$$K_{\frac{a}{p}} = \cos\beta * \frac{\cos\beta \pm \sqrt{(\cos^2\beta) - \cos^2(\phi)}}{\cos\beta \pm \sqrt{(\cos^2\beta) - \cos^2(\phi)}}$$

زاوية الاحتكاك الداخلية للرمل

2- Calculate E.P

Scanned by CamScanner

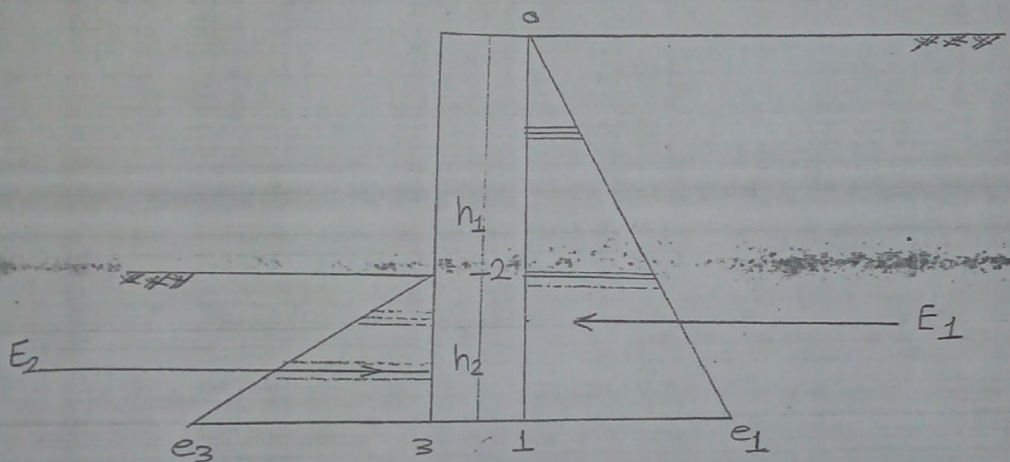
$e_0 = 0$

$e_1 = K_a * \gamma (h_1 + h_2)$

$e_2 = \text{zero}$

$e_3 = K_p * \gamma (h_2)$

* Vertical wall, Horizontal BackFill :. $(\beta = 0)$



1- calculate ka, Kp

$$K_a = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} \qquad K_p = \frac{1 + \sin\phi}{1 - \sin\phi}$$

2- calculate E.P

$e_0 = 0$

$e_1 = K_a * (h_1 + h_2)\gamma$

$e_2 = 0$

$e_3 = K_p \gamma (h_2)$

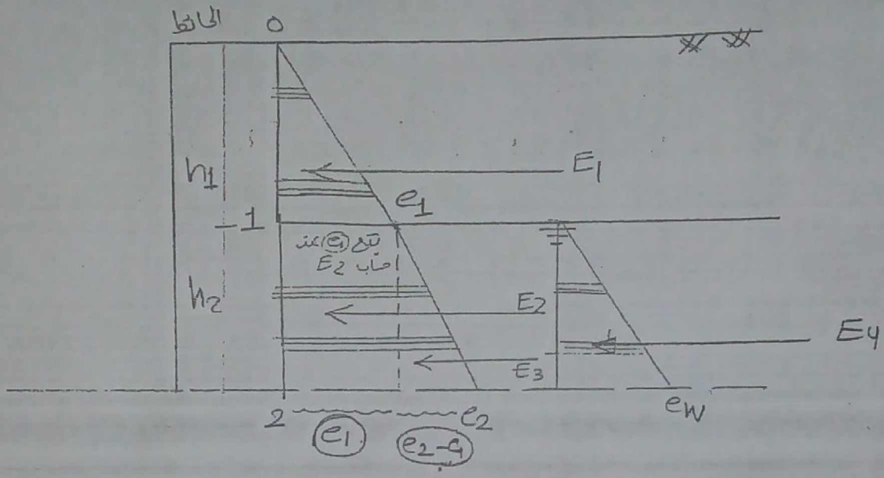
المحصلة

$E_1 = \frac{1}{2} * e_1 * (h_1 + h_2)$ مساحة مثلث (القاعدة ، الارتفاع)

$E_2 = \frac{1}{2} * e_3 * h_2$ مساحة مثلث (القاعدة ، الارتفاع)

يتم رسم شكل المياه منفردة حيث انه ضغط المياه بالكامل سوف يذهب الى الحائط دون
العزم لا دخل (K)

* Case of G-W-T: في حالة وجود الماء



1- calculate Ka, Kp

$$Ka = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$$

2- calculate E.P

$e_0 = 0$

$e_1 = Ka * \gamma * h_1$

$e_2 = Ka * \gamma_{sub} * (h_1 + h_2)$

$\quad = e_1 + Ka * \gamma_{sub} * h_2$

$e_W = \gamma_W * h_2$

(المحصلة)

$E_1 = \frac{1}{2} e_1 * h_1$ — مساحة △

$E_2 = e_1 * h_2$ — مساحة □ ← طول بالارتفاع القاعدة (e_1) مع Fluid توزيع الضغط

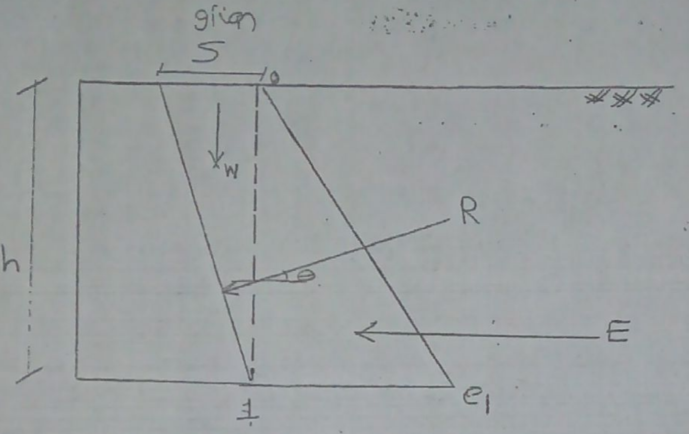
$E_3 = \frac{1}{2} (e_2 - e_1) * h_3$ — مساحة △

Note: $W =$ مساحة الشكل × الكثافة × 1 م
$R =$ محصلة

$E =$ مساحة الشكل

$e = \frac{Ka}{Kp} * \gamma * h$ (γ: الكثافة ، h: عمود الردم)

* Case of Inclind wall :- حالة الحائط مائل



$$ka = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$$

$$e_0 = 0$$

$$e_1 = Ka * \gamma * h$$

$$E = \frac{1}{2} * e_1 * h$$

وزن التربة

$$W = \frac{1}{2} * S * h * \gamma$$

مساحة الشكل × الكثافة

محصلة

$$R = \sqrt{E^2 + W^2}$$

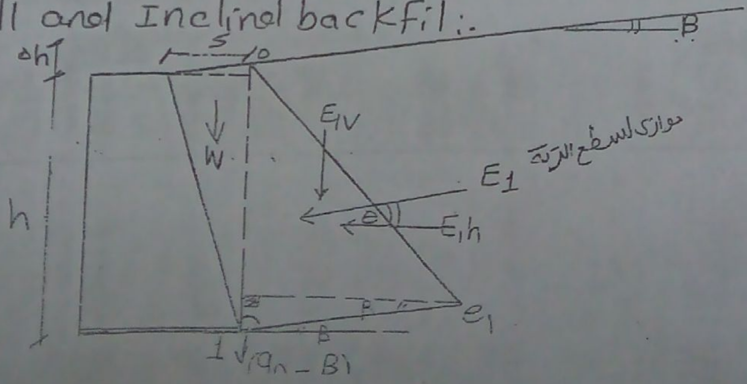
ميل على الأفقي

$$\tan\theta = \frac{W}{E}$$

حالة الحائط مائل والردم مائل

* inclind wall and Inclind backfil :-

مثال 6 على في الكتاب ص 343



Scanned by CamScanner

$\Delta h = S \tan \beta$

$e_0 = 0$ كثافة التربة الارتفاع الكلى

$e_1 = K_a * \gamma * (h + \Delta h)$

القاعدة الارتفاع

$E_1 = \frac{1}{2} e_1 * (h + \Delta h) * \sin(90 - \beta)$ مساحة مثلث

القاعدة الارتفاع الكثافة

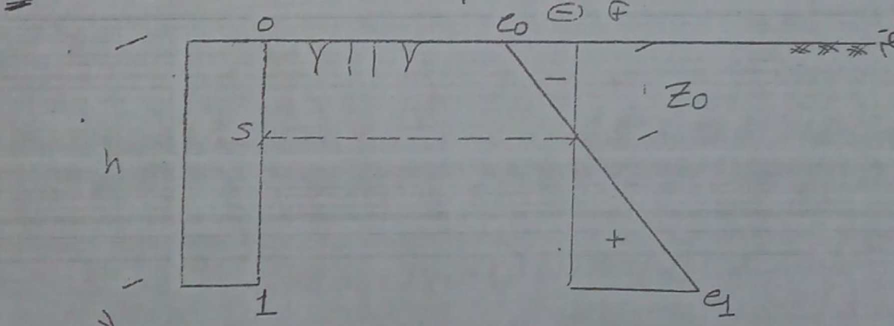
$W = \frac{1}{2} * (h + \Delta h) * S * \gamma$ مساحة الشكل × الكثافة

$E_{1h} = E_1 \cos \beta$, $E_{1v} = E_1 \sin \beta$

$R = \sqrt{(hL)^2 + (VL)^2}$ (horizontal, vertical)

$hL = E_{1h}$, $VL = E_{1v} + W$

*** case of (c − φ) soil :-** أول حاجة من حالة Active



التربة بتشد الحائط تحركها بعيداً

جزء من التربة شروخ تسمى بشروخ الشد وبالتالى

لا تعمل قوى أفقية

$e_0 = -2c\sqrt{K_a}$

$e_1 = e_0 + K_a * \gamma * h$

عمق شرخ الشد (Z_0)

$Z_0 = \frac{2c\sqrt{K_a}}{K_a * \gamma} * \frac{\sqrt{K_a}}{\sqrt{K_a}} = \frac{2c\,K_a}{K_a * \gamma * \sqrt{K_a}}$

$e_s = 0 = e_0 + K_a * \gamma * Z_0$
$= -2c\sqrt{K_a} + K_a * \gamma * Z_0$
$= 0$

عمق الحفر الذى يتم عمله من تربة الحائط بدون سند

$= \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}}$

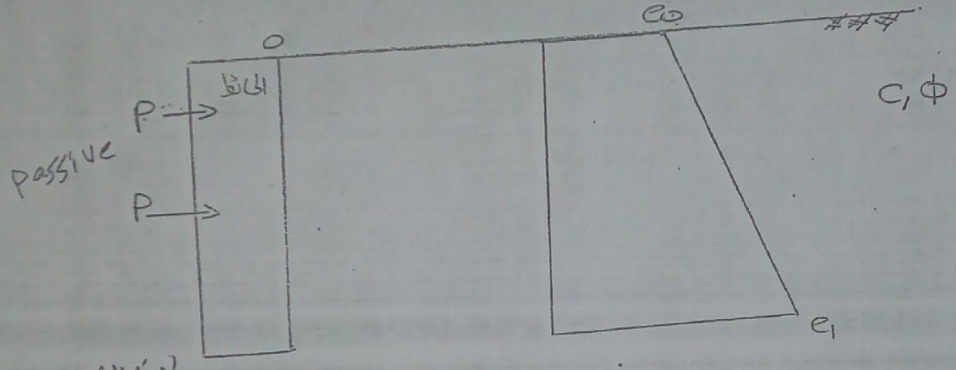
بعد تشيل الأكس والضرب ، العلاقة الى مقدار ←

٤٥

$$H_c = \frac{2(2c)}{\gamma\sqrt{K_a}} = 2Z_0$$

$$H_c = 2Z_0 = \frac{4c}{\gamma\sqrt{K_a}}$$

ثانياً حالة passive
الحائط بيزم التربة



لاحظ الاشارة
$$e_0 = (+) 2c\sqrt{K_p}$$
$$e_1 = e_0 + K_p * \gamma * h$$

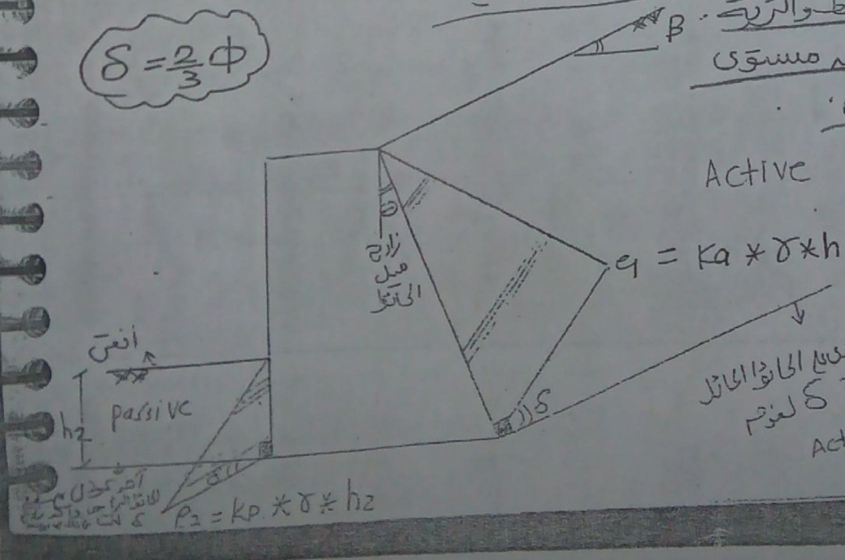
* Coulumb theory :-

نظرية كولوم .

* Asummption:

الافتراضات
١- التربة متجانسة متماثلة جافة
٢- الحائط خشن
٣- التربة نصف نهائية ← التربة ممتدة لمسافات طويلة .
٤- يوجد احتكاك بين الحائط والتربة .
٥- سطح الانهيار عبارة عن مستوى
٦- الحائط رأسي أو مائل .

$$\delta = \frac{2}{3}\phi$$



ملحوظة دعوة بسطح الردم سواء كان هكبت النظرية أفقي / مائل

اذا الوسيط الحائط الحائل ما تنزلاته δ لعزم حالة Active

41

$$* \quad K_a = \frac{\cos^2(\phi-\theta)}{\cos^2\theta \cdot \cos(\theta+\delta)\left[1+\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\beta)}{\cos(\theta+\delta)\cdot\cos(\theta-\beta)}}\right]}$$

$$* \quad K_p = \frac{\cos^2(\phi+\theta)}{\cos^2\theta \cdot \cos(\theta-\delta)\left[1-\sqrt{\dfrac{\sin(\phi+\delta)\cdot\sin(\phi-\beta)}{\cos(\theta-\delta)\cdot\cos(\theta-\beta)}}\right]}$$

* IF $\delta = \theta = \beta = 0$

Smooth, vertical wall, with horizontal Back fill.

$$K_a = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi}$$

$$K_p = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$$

* wedge method:

1^{st} - with surface failure is known سطح الانهيار معروف

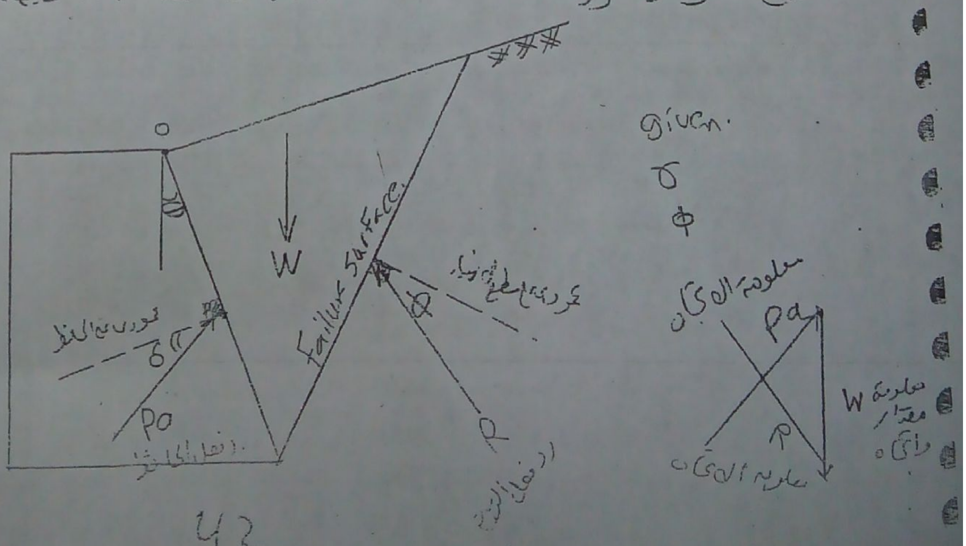
وزن الـ wedge

W = الحجم * الكثافة (عوض)

= Area * 1 * γ

مساحة المثلث وعرض هذه الاشكال تأتي عن طريق اسقاط عمودي من رأس المثلث (o) في القاعدة

ارتفاع × القاعدة × ½

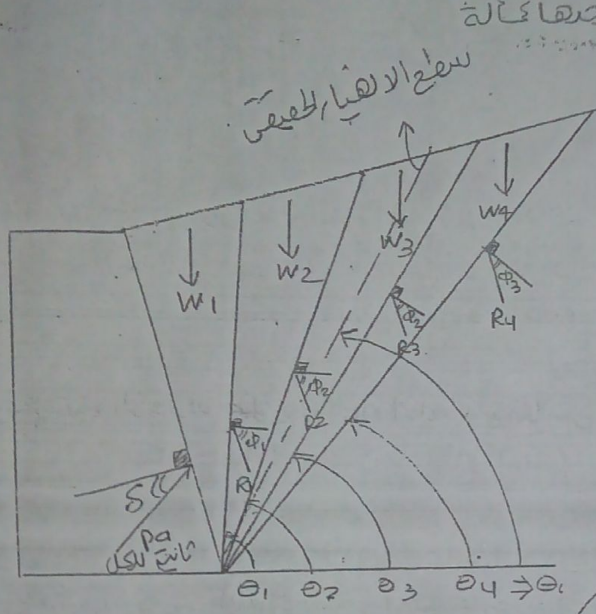


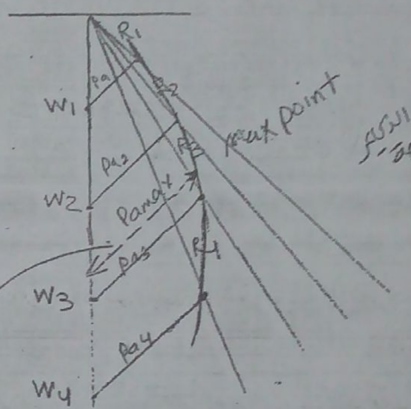
To scale الرسم

2nd surface failure is unknown

سطح التربة غير معروف
نفرض عدة أسطح
نحل كل واحدة لوحدها عادي

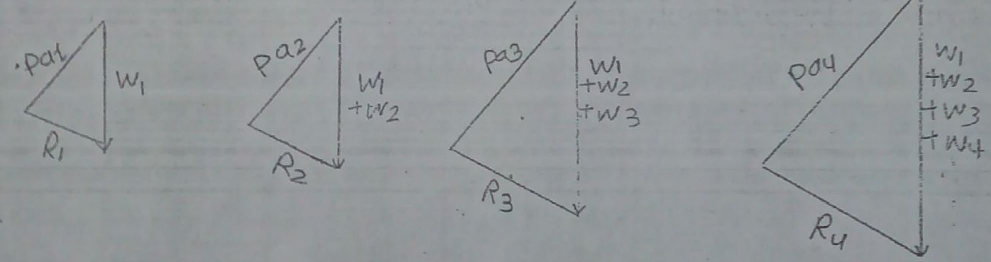
سطح الانهيار الحقيقي

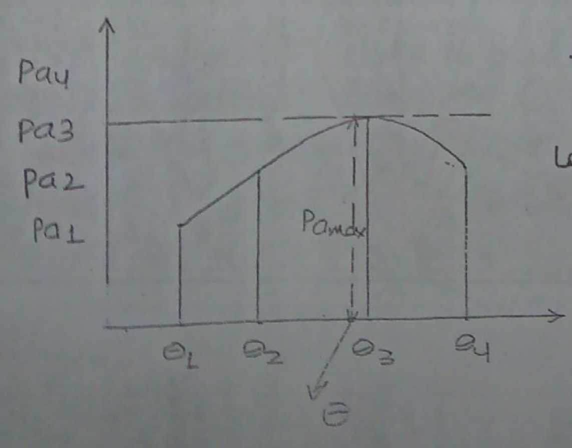




تقاس بالمسطرة وتحول بـ scale مناسب

ولرسم سطح الانهيار الحقيقي اعمل ايه.





من الحقيقة أشيل على الرسم وأطلع منها خط مائل بزاوية θ من الأفقي ليقطع السطح المائل للتربة عن نقطة يسمى الخط الجديد بـ Actual Failure Surface

Note Req: 1- calculate Pa graph
2- Define the Failure surface
3- point of application of pa.

*

* culman's graphical method:-

خطوات الرسم :-

١- انقل المسألة بمقياس رسم مناسب

٢- قسم المسألة ال مجموعة من wedges

٣- لكل wedge وزن احسب الوزن $w = Area * \gamma * 1m$ عرضه

٤- من النقطة (o) ارسم الخط الأفقي « $\bar{oo}$ »

٥- ارسم خط الـ (ϕ line) يميل بزاوية « ϕ » من « $\bar{oo}$ »

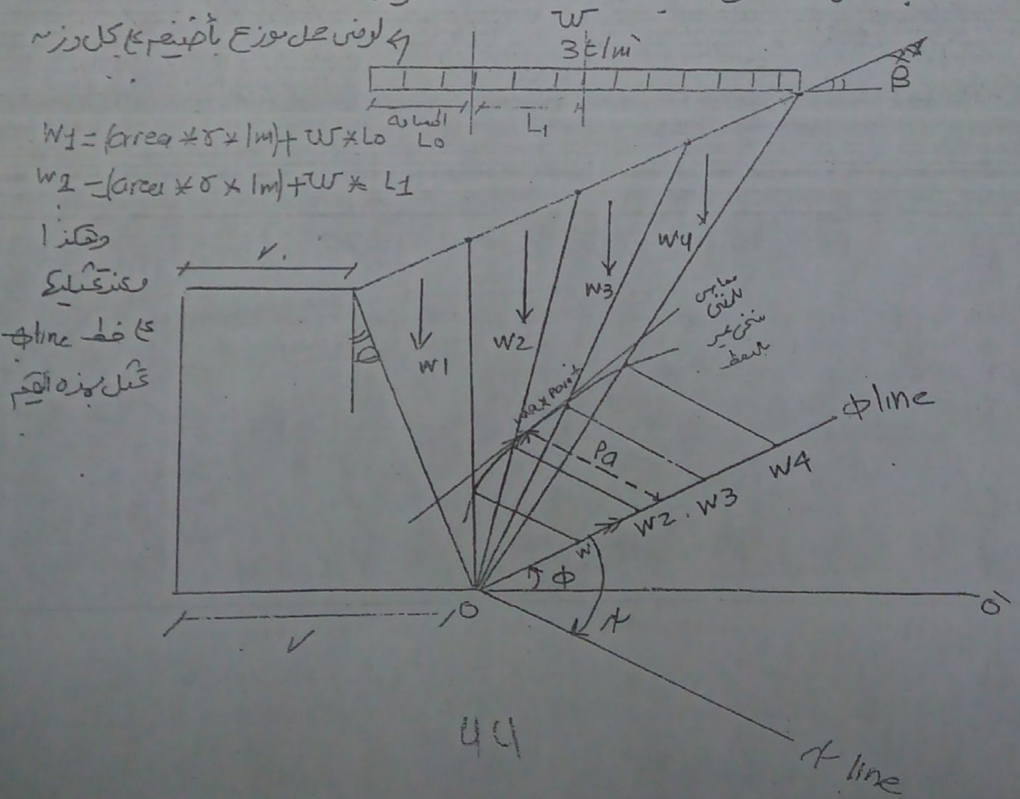
٦- من الخط (ϕ line) ارسم الخط (ψ line) حيث $\psi = 90 - \theta - \delta$ $\delta = \frac{2}{3}\phi$

٧- وقع قيمة الأوزان على « ϕ line » بمقياس رسم مناسب

٨- من نهاية كل وزن ارسم موازي لل (ψ line) حتى يقطع الـ failure surface الخاص به من نقطة

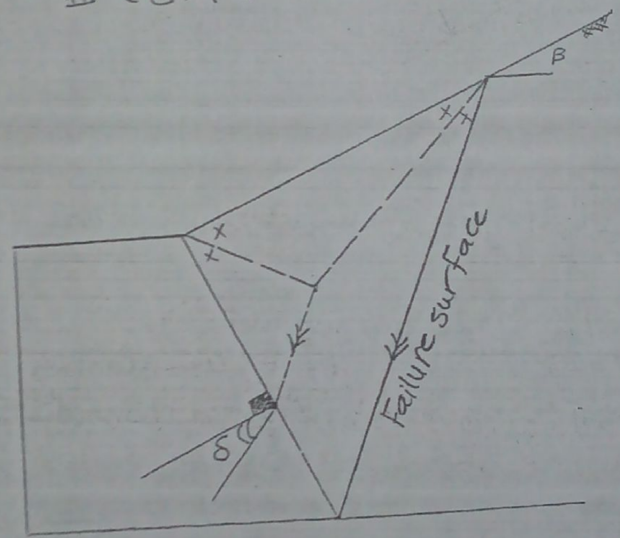
٩- صل بين النقاط لتحصل على « منحنى pressure locus »

١٠- ارسم موازي لل (ϕ line) مماس منحنى « pressure locus » حتى أعلى نقطة عند هذه النقطة تكون « Pa_{max} » حيث أنزل لخط موازي لل (ψ line) من هذه النقطة ليقطع الـ (ϕ line) فتكون المسافة هي « Pa_{max} = -- » أقيسها بالمسطرة وأحولها بـ (Scale) المأخوذ



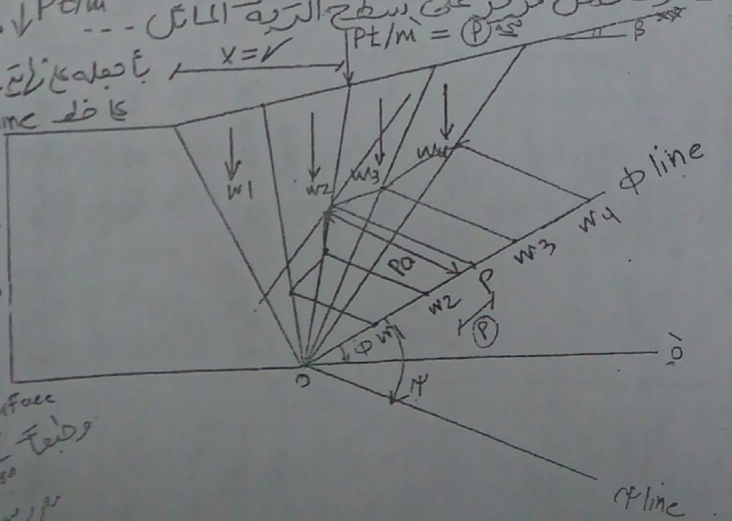
* لتحديد "Failure surface"
من النقطة "O" صل من نقطة المماس لتحصل على سطح الانهيار بالتقاطع مع سطح التربة المائل

* لتحديد "point of application of pa"
١- نصف الزاوية الناتجة من تقاطع السطح المائل للتربة مع failure surface
٢- نصف الزاوية الناتجة من تقاطع السطح المائل للتربة مع السطح المائل للحائط
٣- بامتداد المنصفين ليتقاطعا في نقطة نأخذ منها خط موازي لـ failure surface
فيقطع سطح الحائط المائل في نقطة هي "point of application pa"
٤- ارسم عمودي على سطح التربة المائل ومنه ارسم "δ" #



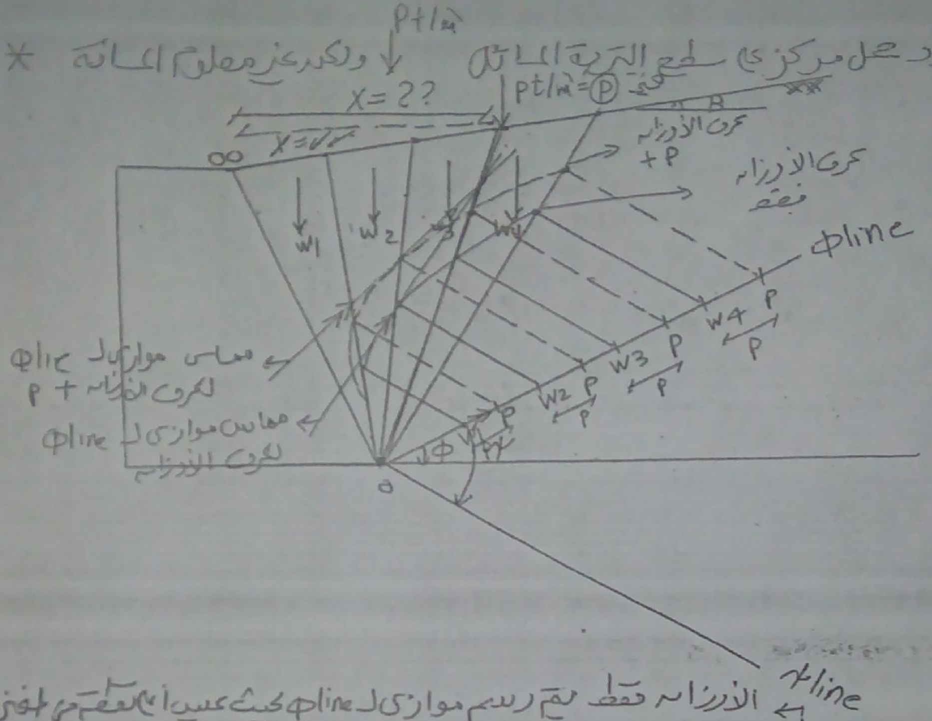
في حالة وجود حمل مركز على سطح التربة المائل ...

* معلوم المسافة ↓Pt/m`
بأجعله على زاوية wedge ② وأضيفه على W2 — W3 على خط ϕ line
بقيمته بعد تحويلها بـ scale جديد بشكل w+
← ثم أطلع منه بخط موازي للـ ψ line يقطع سطح الـ wedge ②



Actual Failure surface ← وضع
point of application
مع رسم عمودي
بأحسب زاوية

* في حالة وجود حمل مركزي على سطح التربة المائل ولكن غير معلوم المسافة *



بعد رسم منحنى

الأدرزانة فقط يتم رسم موازي لـ α line بحيث يمس أعلى نقطة من المنحنى

الأدرزانة + P يتم رسم موازي لـ α line بحيث يمس أعلى نقطة من المنحنى

يتابع الأدرزانة فقط

والمنحنى الثاني ← يتابع الأدرزانة + P

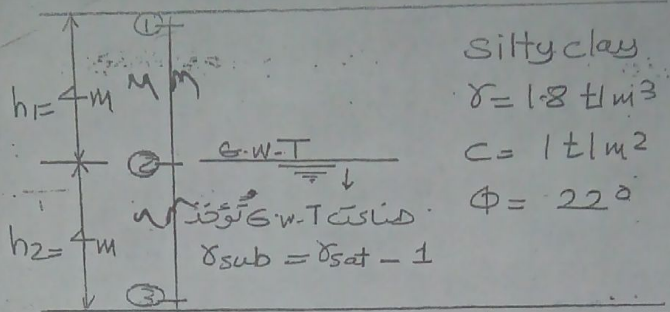
فيتقابلوا الخطين الموازيين تحت نقطة ضوء البعيدة ونقطة تحت قريبة فآخذ ابعد نقطة وارسم من نقطة (o) خط مائل يمر بهذه النقطة البعيدة حتى يقطع سطح التربة المائل في نقطة فتكون هي بداية المسافة X = ?? حتى نقطة (oo)

- عند (G-W.T) نركز ... نقطة ① لأنه الـ ϕ , c واحدة لكل التربة لا تختلف وانت ناسي الباقي

- خلي بالك ... الرسمة ... طبعا مع الارتفاع ... من المجهول ... تقوم برسم شكل للماء لوحدة قاعدة
$\gamma_w h_w$ = (E) حسابات ... (R) point

(c)

حساب « e »



$$K_a = \frac{1 - \sin\phi}{1 + \sin\phi} , \phi = 22^\circ$$

$= 0.45$

$e_1 = (\gamma * h * k_a) - (2c\sqrt{K_a}) + (q \cdot K_a) =$
$= (1.8 * 0 * 0.45) - (2*1\sqrt{0.45}) + (0) = -1.34\ t/m^2/m$

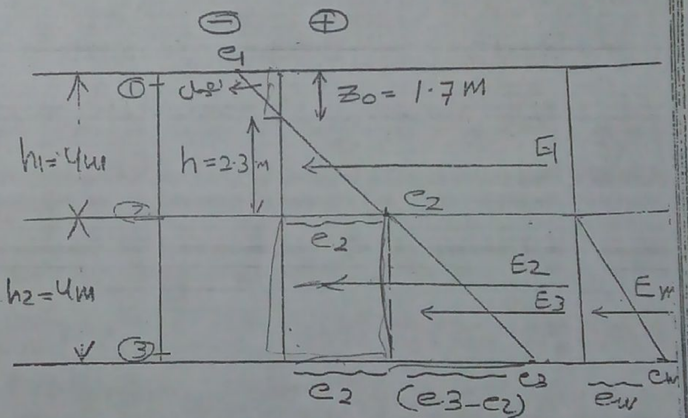
$e_2 = (\gamma * h_1 * k_a) - (2c\sqrt{K_a}) + (q \cdot K_a)$
$= (1.8 * 4 * 0.45) - (2*1\sqrt{0.45}) + (0) = 1.9\ t/m^2/m$

$e_3 = (\gamma_{sub} * h_2 + \gamma * h_1) K_a - (2c\sqrt{K_a}) + (q \cdot K_a)$
$= ((1.8-1) * 4 + 1.8 * 4) 0.45 - (2*1\sqrt{0.45}) + (0) = 3.3\ t/m^2/m$

$$Z_0 = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}} = \frac{2*1}{1.8\sqrt{0.45}} = 1.7$$

$\therefore h = 4 - 1.7 = 2.3m$

$e_w = \gamma_w * h_w$
$= 1 * 4 = 4\ t/m^2/m$



حساب « E »

$E_1 = \frac{1}{2} *$ القاعدة $*$ الارتفاع
$= \frac{1}{2} * 1.9 * 2.3 = 2.2\ t/m.$

$E_2 =$ الطول $*$ العرض
$= 1.9 * 4 = 7.6\ t/m$

$E_3 = \frac{1}{2} *$ القاعدة $*$ الارتفاع
$= \frac{1}{2} * (3.3 - 1.9) * 4) = 2.8\ t/m.$

$E_w = \frac{1}{2} *$ القاعدة $*$ الارتفاع
$= \frac{1}{2} * 4 * 4 = 8\ t/m$

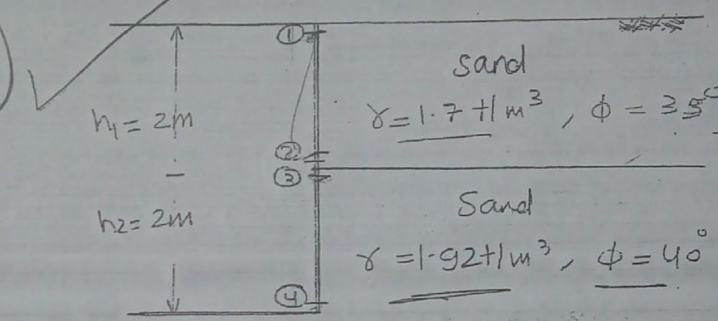
$\therefore R = E_1 + E_2 + E_3 + E_w$
$= 20.6\ t/m$

47

point of Application « Take (m) at point ③
$E_1 * y_1 + E_2 * y_2$
$2.2 * (\frac{4}{3} + 4) + 7.6 * (2)$
$E_3 * y_3 + E_w * y_w = R * y$
$2.8 * \frac{4}{3} + 8 * \frac{4}{3} = 20.6 * y$

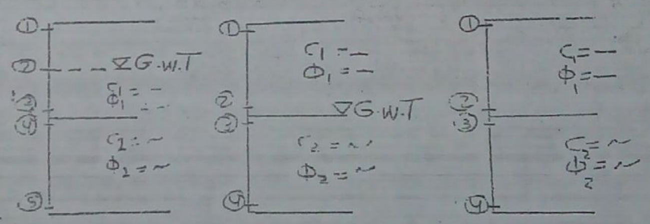
1) For the shown walls and soil formations, determine the distributions of lateral earth pressure. Find the magnitude and point of application of the Resultant earth pressure Force per unit length of the wall. Assume that the wall faces are smooth, and apply Rankine's method.

(a)



١- بآخذ نقط او سكاشن من المناطق التالية
أ- بداية الحيطة نقطة ب- نهاية الحيطة نقطة د- أى فاصل بين تربتين بحيث يكون مختلفين فى c, ϕ قبل الفاصل بملى ، وبعده بملى

Note ← وجد هذا الشكل يرسم مثلث الماء لوحده



٢- مرحلة حساب الـ e قيمة الضغط
← حساب Kp / Ka حسب حالة المسألة
← حنجيب e من المعادلة العامة ←

$$e = \gamma . h . K_a - 2c\sqrt{K_a} + q . K_a$$

(ناتج تحويل الوزن الرأسى لأفقى) — clay = ✓, sand = 0 (فى حالة حل مو موجود)

← رسم شكل التوزيع Δ
مع ملاحظة
* (−) (+) * أى السالب شمال

٣- حساب «E» ← E_1, E_2, E_3 . ← سيوضح من أثناء الحل بشكل مفصل
+ «P» ← المحصلة مجموع $= E_1 + E_2 + E_3 + \dots$
+ Point of Application ← بآخذ (M) عند آخر نقطة فى الحيطة تحت
④ End of wall

<< حساب e >>

For Layer 1

$K_{a1} = \frac{1-\sin\phi_1}{1+\sin\phi_1} \Rightarrow \phi_1 = 33^\circ$

$= \underline{0.29}$

For Layer 2

$K_{a2} = \frac{1-\sin\phi_2}{1+\cos\phi_2} \Rightarrow \phi_2 = 40^\circ$

$= \underline{0.22}$

$e_1 = [\gamma_1 * h_1 * K_{a1}] - (2c\sqrt{K_{a1}}) + (q \cdot K_{a1})$
$= [1.7 * 0 * 0.29] - (0) + (0) = 0 \ t/m^2/m$

$e_2 = [\gamma_1 * h_1 * K_{a1}] - (2c\sqrt{K_{a1}}) + (q \cdot K_{a1})$
$[1.7 * 2 * 0.29] - (0) + (0) = 0.98 \ t/m^2/m$

$e_3 = [\gamma_1 * h_1 * K_{a2}] - (2c\sqrt{K_{a2}}) + (q \cdot K_{a2})$

"W" لازم نشيل sand layer 1 بتاع عند النقطة 3

لازم ناخد Ka بتاعة الزيتة !! انا واقف فيها

$2c\sqrt{K_a}$

$= [1.7 * 2 * 0.22] - (0) + (0) = 0.75 \ t/m^2/m$

$e_4 = [\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2] K_{a2} - (2c\sqrt{K_{a2}}) + (q \cdot K_{a2})$

بتاعة مكان سقوط النقطة 4 ← الوزن !! النقطة 4 بتاعتها

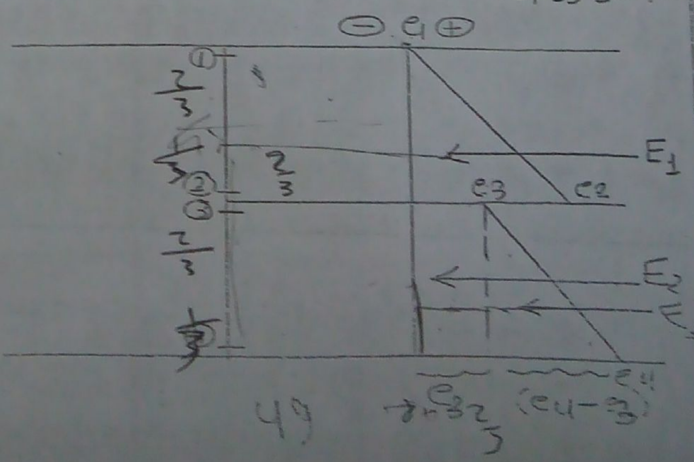
$= [1.7 * 2 + 1.92 * 2] 0.22 - (0) + (0) = 1.59 \ t/m^2/m$

$E_1 \Rightarrow$ مساحة △ تأثير الثلث من ناحية القاعدة « e_2 »

$E_2 \Rightarrow$ مساحة ▭ تأثير النصف قاعدة مستكاها هو نازل « e_3 »

$E_3 \Rightarrow$ مساحة △ تأثير الثلث من ناحية القاعدة « $e_4 - e_3$ »

* لاحظ شكل تأثير المستطيل كما كتبت



« حساب E »

$E_1 = \frac{1}{2}$ * القاعدة * الارتفاع
$= \frac{1}{2} * e_2 * h_1$
$= \frac{1}{2} * 0.98 * 2 = 0.98$ t/m

$E_2 =$ الطول * العرض
$= e_3 * h_2$
$= 0.75 * 2 = 1.5$ t/m

$E_3 = \frac{1}{2}$ * القاعدة * الارتفاع
$= \frac{1}{2} * (e_4 - e_3) * h_2$
$= \frac{1}{2} * (1.57 - 0.74) * 2 = 0.83$ t/m

$\therefore R = E_1 + E_2 + E_3$
مضافاً لها = $0.98 + 1.5 + 0.83$
مجموع E المؤثرة $= 3.31$ t/m

* point of Application :- « Take The moment at point (4) »
End of The wall

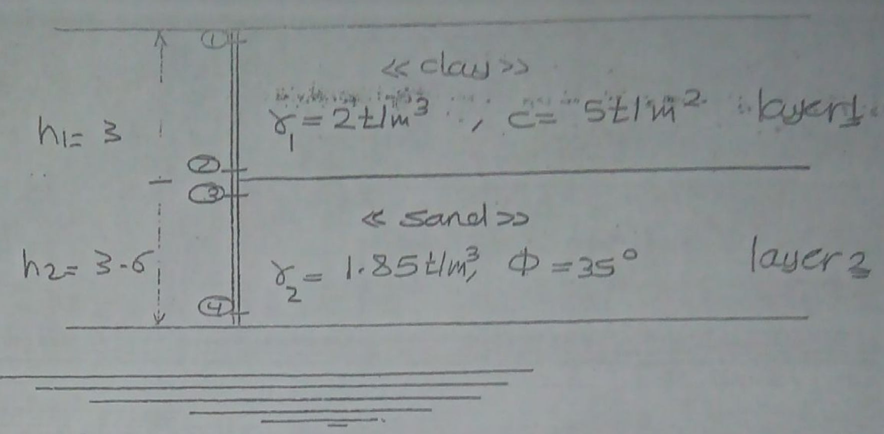
$E_1 * y_1 + E_2 * y_2 + E_3 * y_3 = R * y$

$0.98 * (\frac{2}{3} + 2) + (1.5 * 1) + (0.83 * \frac{2}{3}) = 3.31 * y$

$\therefore y = 1.42\,m$

Note: y_1, y_2, y_3, y } ذراع العزم وهو المسافة من نقطة تأثير E حتى المكان اللي واخد عنده (m)

(b)



« حساب e »

layer 1

$$Ka_1 = \frac{1-\sin\Phi_1}{1+\sin\Phi_1}, \quad \Phi_1 = 0$$

$$= 1$$

layer 2

$$Ka_2 = \frac{1-\sin\Phi_2}{1+\sin\Phi_2}, \quad \Phi_2 = 35$$

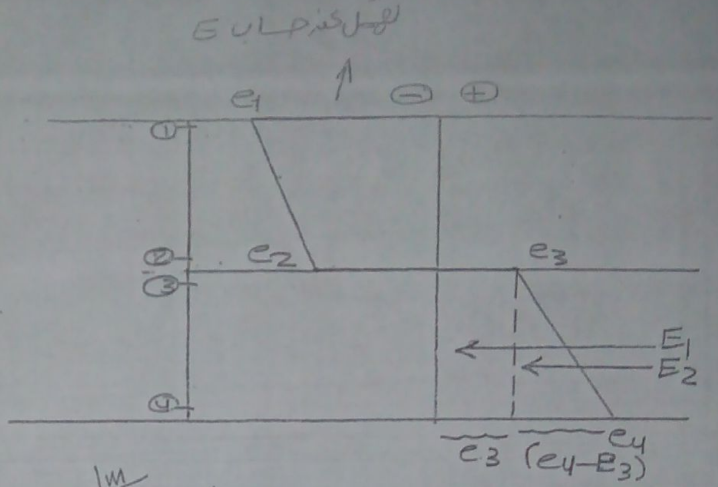
$$= 0.27$$

$$e_1 = [\gamma_1 * h * Ka_1] - (2c\sqrt{Ka_1}) + (q * Ka_1)$$
$$= [2 * 0 * 1] - (2*5\sqrt{1}) + (0) = -10\ t/m^2/m$$

$$e_2 = [\gamma_1 * h_1 * Ka_1] - (2c\sqrt{Ka_1}) + (q * Ka_1)$$
$$= [2 * 3 * 1] - (2*5*\sqrt{1}) + (0) = -4\ t/m^2/m$$

$$e_3 = [\gamma_1 * h_1 * Ka_2] - (2c\sqrt{Ka_2}) + (q * Ka_2)$$
$$= [2 * 3 * 0.27] - (0) + (0) = 1.62\ t/m^2/m$$

$$e_4 = [\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2]Ka_2 - (2c\sqrt{Ka_2}) + (q * Ka_2)$$
$$= [2 * 3 + 1.85 * 3.6]\,0.27 - (0) + (0) = 3.42\ t/m^2/m$$



* المنطقة الـ ⊖ سوف تهمل عند حساب E وتؤخذ الموجب فقط مع تطبيق القوانين العادية عليه

"حساب الـ E"

$E_1 =$ الطول * العرض (عرض 1m)

$= e_3 * h_2$

$= 1.62 * 3.6 = 5.83 \ t/m$

$E_2 = \frac{1}{2} *$ القاعدة * الارتفاع

$= \frac{1}{2} * (e_4 - e_3) * h_2$

$= \frac{1}{2} * (1.8) * 3.6 = 3.24 \ t/m$

$\therefore R = E_1 + E_2$

$= 5.83 + 3.24$

$= 9.07 \ t/m$

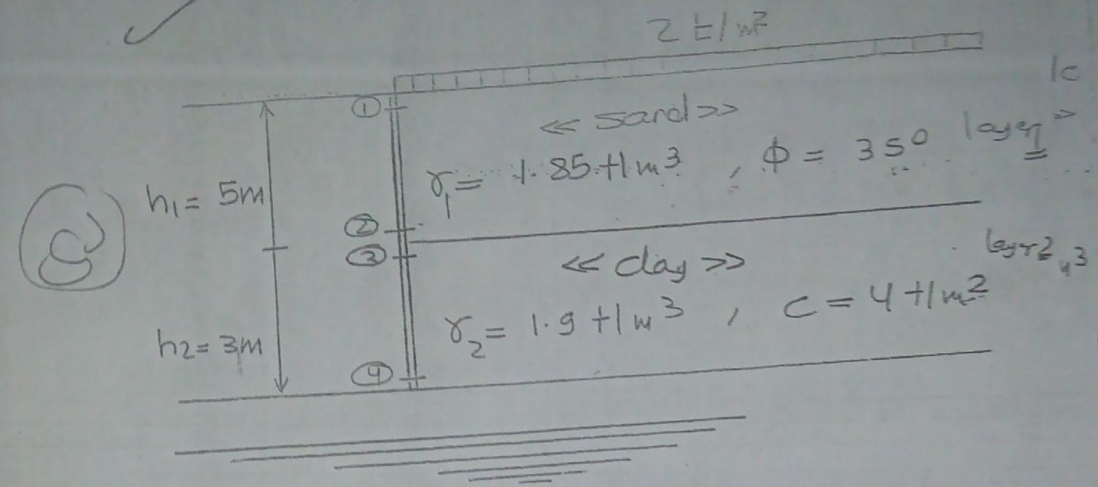
* point of application « take moment at point (4) » (at end of the wall)

$E_1 * y_1 + E_2 * y_2 = R * y$

$5.83 * \frac{3.6}{2} + 3.24 * \frac{3.6}{3} = (9.07) * y$

$y = 1.59 \ m$

d)



« حساب e »

For layer 1

$$Ka_1 = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}, \phi = 35$$

$$= 0.27$$

For layer 2

$$Ka_2 = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi} \Rightarrow \phi = 0$$

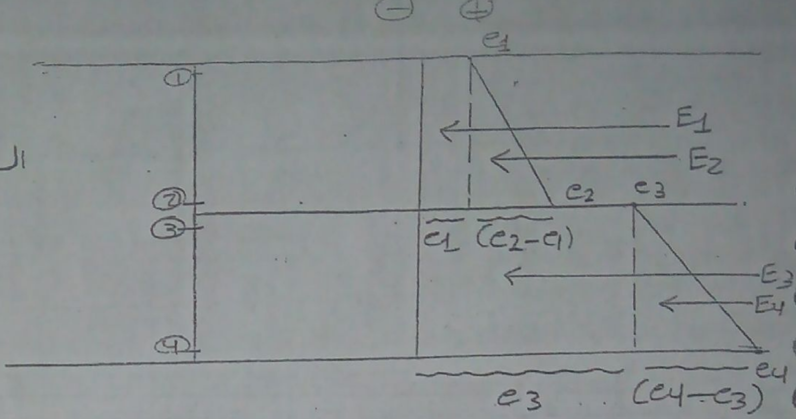
$$= 1$$

$$e_1 = [\gamma_1 * h * Ka_1] - (2c\sqrt{Ka_1}) + (q * Ka_1)$$
$$= [1.85 * 0 * 0.27] - (0) + (2 * 0.27) = 0.54\ t/m^2/m$$

$$e_2 = [\gamma_1 * h_1 * Ka_1] - (2c\sqrt{Ka_1}) + (q * Ka_1)$$
$$= [1.85 * 5 * 0.27] - (0) + (2 * 0.27) = 3.04\ t/m^2/m$$

$$e_3 = [\gamma_1 * h_1 * Ka_2] - (2c\sqrt{Ka_2}) + (q * Ka_2)$$
$$= [1.85 * 5 * 1] - (2 * 4 * \sqrt{1}) + (2 * 1) = 3.25\ t/m^2/m$$

$$e_4 = [\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2] Ka_2 - (2c\sqrt{Ka_2}) + (q * Ka_2)$$
$$= [1.85 * 5 + 1.9 * 3] * 1 - (2 * 4 * \sqrt{1}) + (2 * 1) = 8.95\ t/m^2/m$$



* كل هنا تقع حمل
الـ ⊕ :. كله سيتم
أجتبه

حساب الـ E

$E_1 =$ الطول * العرض
$= e_1 * h_1$
$= 0.54 * 5 = 2.7$ t/m

$E_2 = \frac{1}{2} *$ القاعدة * الارتفاع
$= \frac{1}{2} * (e_2 - e_1) * h_1$
$= \frac{1}{2} * (3.04 - 0.54) * 5 = 6.25$ t/m

$E_3 =$ الطول * العرض
$= e_3 * h_2$
$= 3.25 * 3 = 9.75$ t/m

$E_4 = \frac{1}{2} *$ القاعدة * الارتفاع
$= \frac{1}{2} * (e_4 - e_3) * h_2$
$= \frac{1}{2} * (8.95 - 3.25) * 3 = 8.55$ t/m

$R = E_1 + E_2 + E_3 + E_4$
$= 2.7 + 6.25 + 9.75 + 8.55 = 27.25$ t/m

* point of application ⇐ Take The moment at point (4) ↓ End of The wall

$E_1 * y_1 + E_2 * y_2 + E_3 * y_3 + E_4 * y_4 = R * y$

$(2.7 * (2.5 + 3)) + (6.25 * (\frac{5}{3} + 3)) + 9.75 (1.5) + 8.55 * (1) = 27.25 * y$

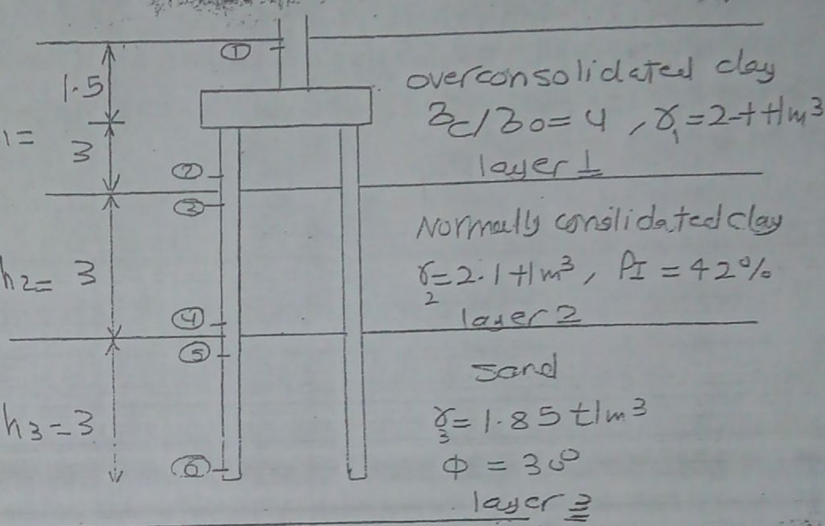
$\therefore y = —$ m

المستطيل
الطول x العرض
الطول + الطول ½
الباقي

المثلث
الطول x ⅓
+ الباقي

2 Draw at Rest (K_o) earth pressure distribution on The slown pile

<<خارج مهم>>



$\frac{z_c}{z_o} = 4$ → O.C.R over conslidated Ratio

(حساب ك)

For (O.C.C)

$K_{o1} = K_{o\,n.cc} * \sqrt{O.C.R} = 1.14$

For N.C.C

$K_{o2} = 0.19 + 0.233 \log(PI\%) = 0.57$

For sand

$K_{o3} = (1 - \sin\phi) = 0.5$ (30°)

$e_1 = [\gamma_1 * h_1 * K_{o1}] - (2c\sqrt{K_{o1}}) + (q * K_{o1})$
$= [2.1 * 0 * 1.14] - (0) + (0) = 0$

$e_2 = [\gamma_1 * h_1 * K_{o1}] - (2c\sqrt{K_{o1}}) + (q.K_{o1})$
$= [2.1 * 4.5 * 1.14] - (0) + (0) = 10.7$ t/m²/m

$e_3 = [\gamma_1 * h_1 * K_{o2}] - (2c\sqrt{K_{o1}}) + (q.K_{o1})$
$[2.1 * 4.5 * 0.57] - (0) + (0) = 5.4$ t/m²/m

$e_4 = [\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2] K_{o2} - (2c\sqrt{K_{o2}}) + (q.K_{o2})$
$= [2.1 * 4.5 + 2.1 * 3] 0.57 - (0) + (0) = 8.9$ t/m²/m

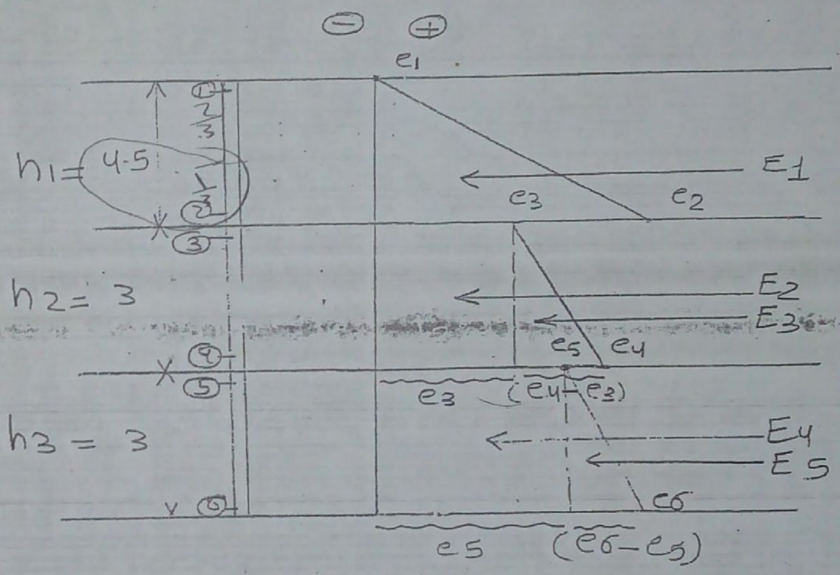
$e_6 = 10.7$

$e_5 = [\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2] K_{o3} - (2c\sqrt{K_{o3}}) - (q \cdot K_{o3})$

$[2.1 * 4.5 + 2.1 * 3]0.5 - (\ 0\ ) - (\ 0\ ) = 7.9\ t/m^2/m$

$e_6 = [\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2 + \gamma_3 * h_3] K_{o3} - (2c\sqrt{K_{o3}}) - (q \cdot K_{o3})$

$[2.1 * 4.5 + 2.1 * 3 + 1.85 * 3]0.5 - (\ 0\ ) - (\ 0\ ) = 10.7\ t/m^2/m$



حساب E

$E_1 = \frac{1}{2}$ * القاعدة * الارتفاع

$= \frac{1}{2} * e_2 * h_1$

$= \frac{1}{2} * 10.7 * 4.5 = 24.08\ t/m$

لانه مثلث
تبقى $\frac{1}{3} \times h$
$= \frac{4.5}{3} + 6$

$E_2 =$ العرض * الطول

$= e_3 * h_2$

$= 5.4 * 3 = 16.2\ t/m$

$E_3 = \frac{1}{2}$ * القاعدة * الارتفاع

$= \frac{1}{2} * (e_4 - e_3) * h_2$

$= \frac{1}{2} * (8.9 - 5.4) * 3 = 5.25\ t/m$

$E_4 =$ الطول * العرض

$= e_5 * h_3$

$= 7.9 * 3 = 23.7$

$E_5 = \frac{1}{2} *$ القاعدة * الارتفاع

$= \frac{1}{2} * (e_6 - e_5) * h_3$

$= \frac{1}{2} * (10.7 - 7.9) * 3 = 4.2$

$R = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5$

$= 24.08 + 16.2 + 5.25 + 23.7 + 4.2$

$= 73.43$

*point of Application: << Take The moment at point (6) >> (at end of wall)

$E_1 * y_1 = 24.08 * (\frac{4.5}{3} + 6)$

$+ E_2 \times y_2 = 16.2 * (1.5 + 3)$ $\quad = R * y$

$+ E_3 * y_3 = 5.25 * (\frac{3}{3} + 3)$ $\quad = 73.43 * y$

$+ E_4 * y_4 = 23.7 * (1.5)$

$+ E_5 * y_5 = 4.2 * (\frac{3}{3})$

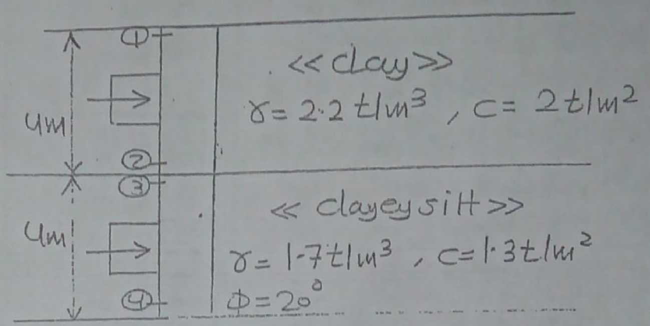
$\therefore y =$ ——— m

[illegible] خلي بالك من حالة

Note

Passive: $+2c\sqrt{k_p}$ — Active: $-2c\sqrt{K_a}$

[3] Draw the passive earth pressure distribution on the shown structure:-



حساب << e >>

For Layer 1

$$k_{p1} = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} , \phi = 0$$

$$= 1$$

For Layer 2

$$k_{p2} = \frac{1+\sin\phi}{1-\sin\phi} , \phi = 20^\circ$$

$$= 2.04$$

$$e_1 = [\gamma_1 * h * k_{p1}] + (2c\sqrt{k_{p1}}) + (q * k_{p1})$$
$$[2.2 * 0 * 1] + (2 * 2\sqrt{1}) + (0) = 4 \ t/m^2/m$$

$$e_2 = [\gamma_1 * h_1 * k_{p1}] + (2c\sqrt{k_{p1}}) + (q * k_{p1})$$
$$[2.2 * 4 * 1] + (2 * 2\sqrt{1}) + (0) = 12.8 \ t/m^2/m$$

$$e_3 = [\gamma_1 * h_1 * k_{p2}] + (2c\sqrt{k_{p2}}) + (q * k_{p2})$$
$$[2.2 * 4 * 2.04] + (2 * 1.3\sqrt{2.04}) + (0) = 21.7 \ t/m^2/m$$

$$e_4 = [\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2] k_{p2} + (2c\sqrt{k_{p2}}) + (q * k_{p2})$$
$$= [2.2 * 4 + 1.7 * 4] 2.04 + (2 * 1.3\sqrt{2.04}) + (0) = 35.5 \ t/m^2/m$$

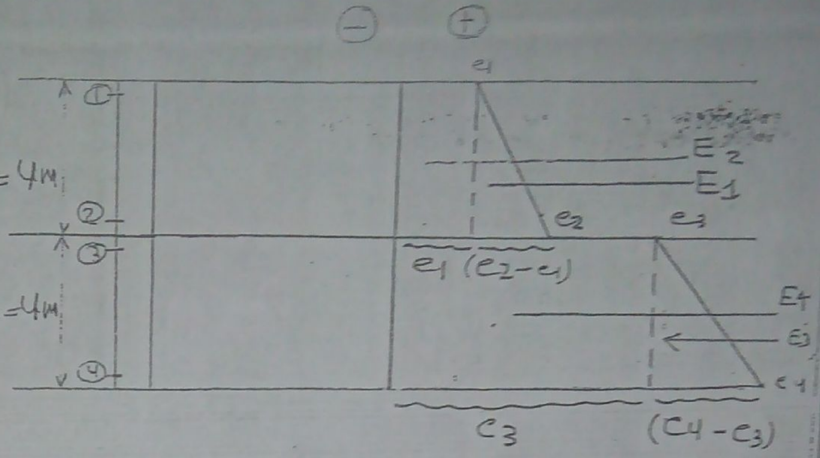
لحساب h_c هنحطها في الحل العام

$e_c = [\ldots * (4-h_c) + \ldots] - (\ldots) + (\ldots)$

$0 = [2.2 * (4-h_c) * 1] - (2*2\sqrt{1}) + (\ldots 0)$

$0 = (4-h_c) - 1.8$

$\therefore h_c = 2.2\ m$



حساب << E >>

$E_1 = \frac{1}{2} *$ القاعدة $*$ الارتفاع

$= \frac{1}{2} * (e_2 - e_1) * h_1$

$= \frac{1}{2} * (12.8 - 4) * 4 = 17.6\ t/m$

$E_2 =$ الطول $*$ العرض

$= e_1 * h_2$

$= 4 * 4 = 16\ t/m$

$E_3 = \frac{1}{2} *$ القاعدة $*$ الارتفاع

$= \frac{1}{2} * (e_4 - e_3) * h_2$

$= \frac{1}{2} * (35.5 - 21.7) * 4 = 27.6\ t/m$

$E_4 =$ الطول $*$ العرض

$= e_3 = 21.7 * h_2 = 4 = 86.8\ t/m$

$\therefore R = E_1 + E_2 + E_3 + E_4 = 148$

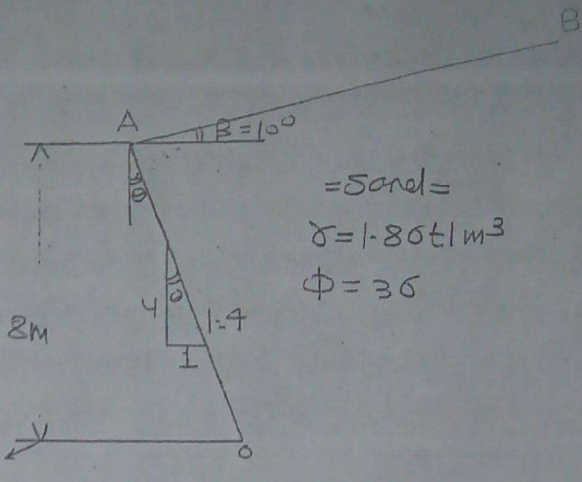
* point of Application << Take The moment at point ④ (at end of wall)

$E_1 * [y_1] + E_2 * [y_2] + E_3 * y_3 + E_4 * y_4 = R \times y$

$17.6 * [\frac{4}{3} + 4] + 16 * [2 + 4] + 27.6 * \frac{4}{3} + 86.8 * 2 = 148 * y$

$y = ___\ m$

(4) The shown is a retaining wall with smooth back
- Find the magnitude and point of application of the active earth pressure on the wall. assuming that the wall is rough with $\delta = \frac{3}{4}\phi$.



١- انقل الرسمة إلى كراسة الإجابة بـ « drawing scale » مناسب 1m : 1cm
← وضع النقطة (A) أقصى الشمال ومنك يتم رسم ① الخط المائل AB بزاوية $\beta = 10°$ بالمنقلة
② الخط المائل Ao بزاوية θ بالمنقلة
<< لإيجاد 8m على الرسم وتقفيل الرسمة بعد رسم الخط المائل Ao يرسم خط رأسي يبدأ من A طوله = 8m بعد تحويلها بـ « drawing scale » ثم من نهايته يرسم خط أفقي ممتد حتى يقطع الخط المائل « Ao » في النقطة « o » وبذلك تنتج الرسمة

٢- يتم رسم سطح الانهيار وهو خط مائل من نقطة « o » اسمه « $\overline{OC}$ » بزاوية $\phi = 36°$ بالمنقلة

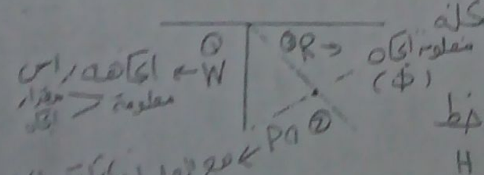
٣- يتم تقسيم المسافة « L » إلى أسطح « wedges » متساوية من الطول d_1, d_2, d_3, d_4

٤- حساب « W » لكل wedge على حدة W_1, W_2, W_3, W_4

<< W = الحجم = الكثافة * >>
Area * 1 * γ
(مساحة wedge) (عمق ثابت) (الكثافة)

Note = فلي بالك كل الأطوال المطلوبة للمساحة لحساب (W) تقاس بالمسطرة بعد إتمام الرسم لأن سطح الـ wedges عبارة عن Δ وتحول بـ drawing scale ثم تحول (W) إلى جديد scale من طاقتك

٥- رسم Δ القوى باستخدام المسطرة والمثلث « الذي تشكله » مع العلم أنه يُرسم الرسمة كلها في شكل واحد «



Note ← R ← يتم رسم عمودي على سطح الـ wedge ومنه يرسم خط « R » المائل بزاوية ϕ على مسافة $\frac{H}{3}$
W ← الوزن الرأسي لكل wedge

٥٥ Pa ← يتم رسم عمودي على الخط المائل « OA » ومنه يرسم خط « Pa » المائل بزاوية δ

« مع العلم أنه تم عمل « جديد scale » لرسم Δ القوى المذكورة « W, Pa, R » 1cm : 5t/m

٦- من نقط تقاطع «Pa» مع «R» يتم رسم كرف يربع جميعاً ثم من اعلى نقطه كهذا الكرف يرسم خط موازي لـ «Pa1 , Pa2 , Pa3 , Pa4» ثم نقاس بالمسطرة ونحول للمسافة بـ «كلهم واحد»

scale الجديد ←
بتاع الـ CW القوى
1cm : 5ton
«حسب ورقة الرسم»

← ولتحديد point of Application

Drawing scale ⇒ 1cm : 1m

$\tan\theta = \frac{1}{4}$, $\theta = 14.03°$

$\delta = \frac{3}{4}\phi = 27°$

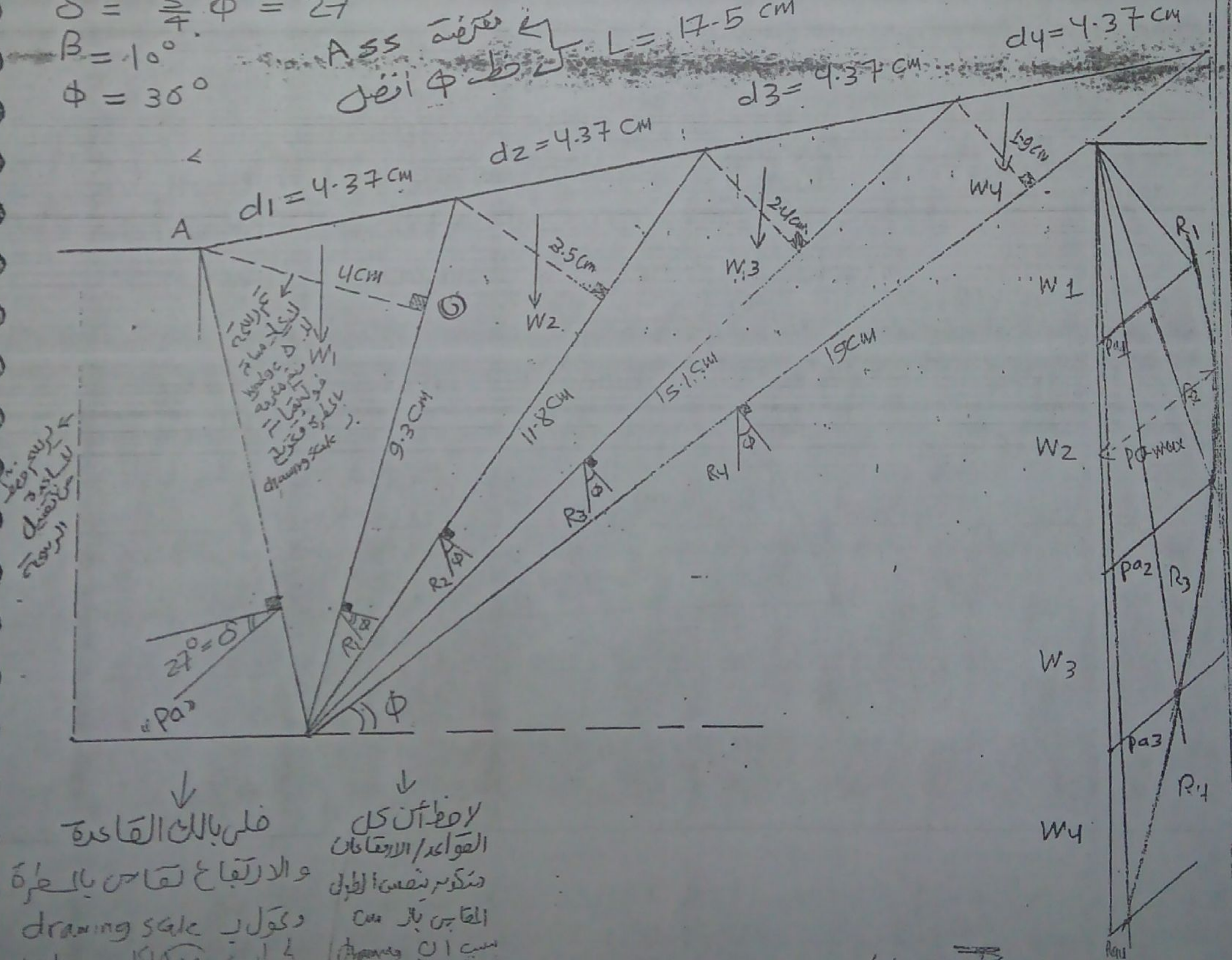
$\beta = 10°$

$\phi = 30°$

$\therefore D = \frac{L}{4} = \frac{17.5}{4} = 4.37$ cm

L = 17.5 cm

A ss معرفة ← خط φ أفضل



فلي بالك القاعدة والارتفاع تقاس بالمسطرة وتحول بـ drawing scale لحساب كل W. wedge

لاحظ أن كل القواعد/الارتفاعات تكون بنفس الطول القاس بال cm حسب drawing scale 1cm : 1m

Scale 1cm : 10 ton
جديد

بعد التحويل بال scale جديد

$W_1 =$ Area * 1m (عرض الحائط) * الكثافة

$= \frac{1}{2}$ * القاعدة * الارتفاع * 1m * γ

$= \frac{1}{2} * 9.3 * 4cm * 1m * 1.86 = 34.6$ ton $\Rightarrow 3.46$ cm

$W_2 =$ Area * 1m * الكثافة

$= \frac{1}{2}$ * الارتفاع * القاعدة * 1m * γ

$= \frac{1}{2} * 11.8 * 3.5 * 1m * 1.86 = 38.4$ ton $\Rightarrow 3.84$ cm

$W_3 = \frac{1}{2} * 15.1 * 2.4 * 1m * 1.86 = 33.7$ ton $\Rightarrow 3.37$ cm

$W_4 = \frac{1}{2} * 19 * 1.9 * 1m * 1.86 = 33.6$ ton $\Rightarrow 3.36$ cm

القيمة قبل التحويل بالـ scale

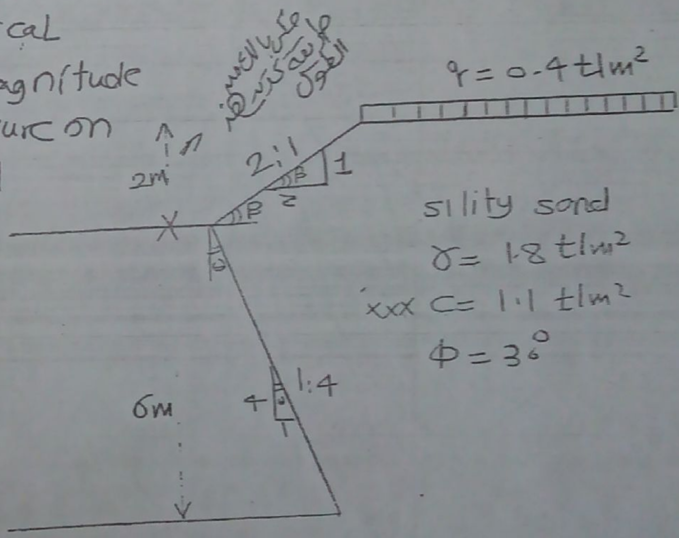
$P_{amax} = 2.4$ cm

القيمة بعد التحويل بـ scale

$P_{amax} = 24$

---

(5) use columb's graphical method to find the magnitude of the total earth pressure on the shown retaining wall



نفس الخطوات السابقة
مع عمل Δ للجزء المائل لوحدة
ووزنه W_1

→ drawing scale 1cm : 1m

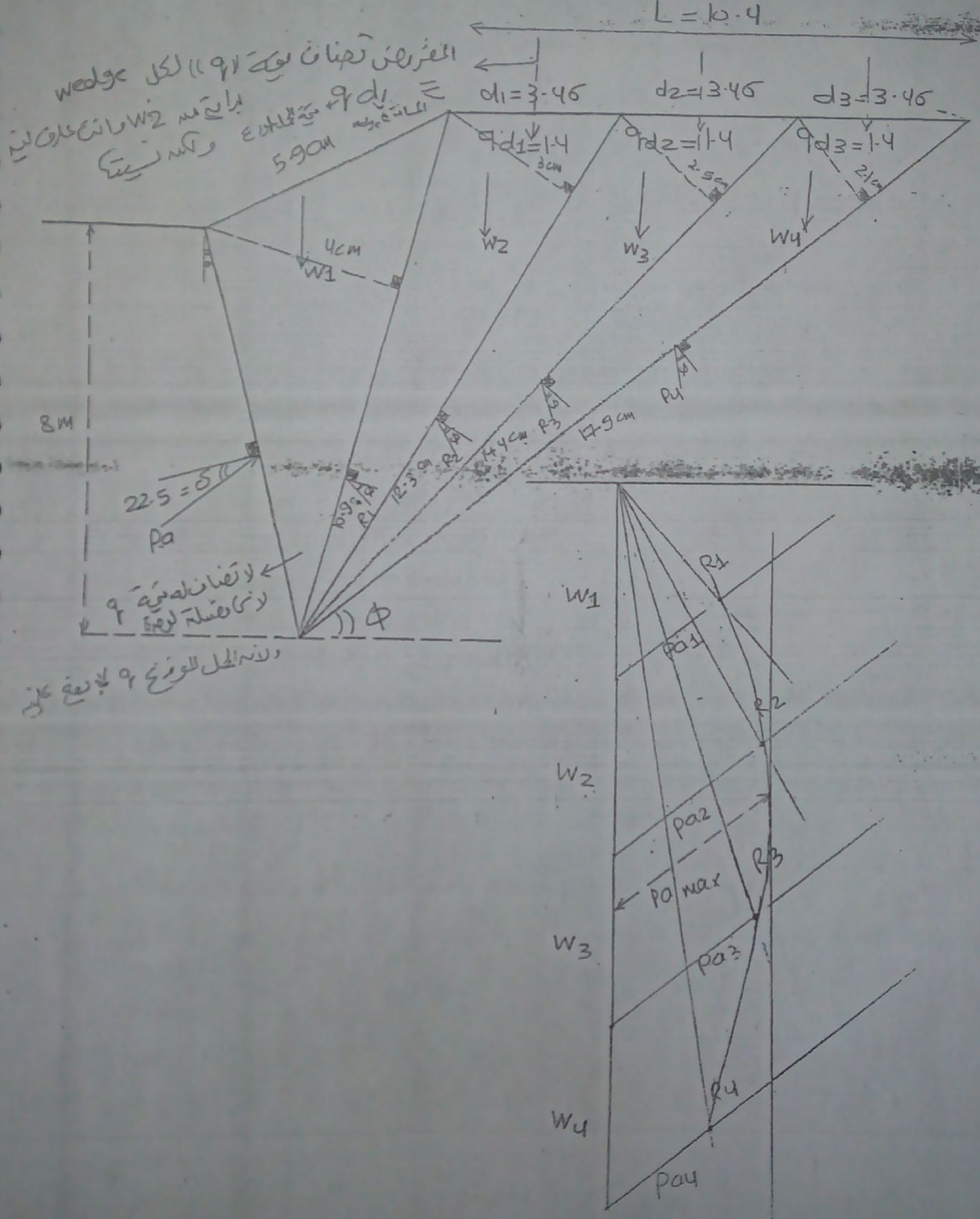
→ $\tan\theta = \frac{1}{4}$, $\theta = 14.03°$

→ $\tan\beta = \frac{1}{2}$, $\beta = 26.6°$

→ $\delta = \frac{3}{4}\phi$, $\delta = 22.5°$

→ $\phi = 30°$

$D = \frac{10.4}{3} = 3.46\,cm$



scale = 1cm : 1t
جديد

بعد التحويل بـ scale جديد

عدد النقاط

W_1 = Area * 1m * الكثافة
= ½ * القاعدة * الارتفاع * 1m * γ
= ½ * 10.9 * 4 * 1m * 1.8 = 39.24 ⟹ 3.9

W_2 = ½ * 12.3 * 3 * 1m * 1.8 = 33.21 ⟹ 3.3

W_3 = ½ * 14.4 * 2.5 * 1m * 1.8 = 32.4 ⟹ 3.2

W_4 = ½ * 17.9 * 2.1 * 1m * 1.8 = 33.83 ⟹ 3.4

القيمة قبل التحويل بال scale جديد

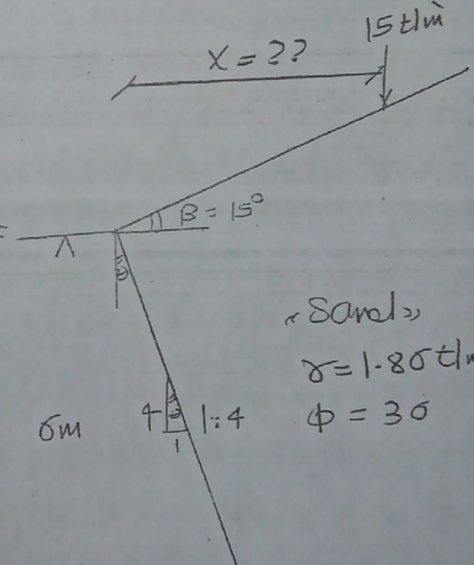
$P_{a max}$ = 3.8

القيمة بعد التحويل بـ scale جديد

$P_{a max}$ = 38

---

6. Use Culman's graphical method to find the magnitude of the total earth pressure on the shown retaining wall. Find the distance (x) beyond which the shown concentrated load will not affect the earth pressure on the wall.



drawing scale 1cm : 1m

$\tan\theta = \frac{1}{4}$, $\theta = 14.03°$

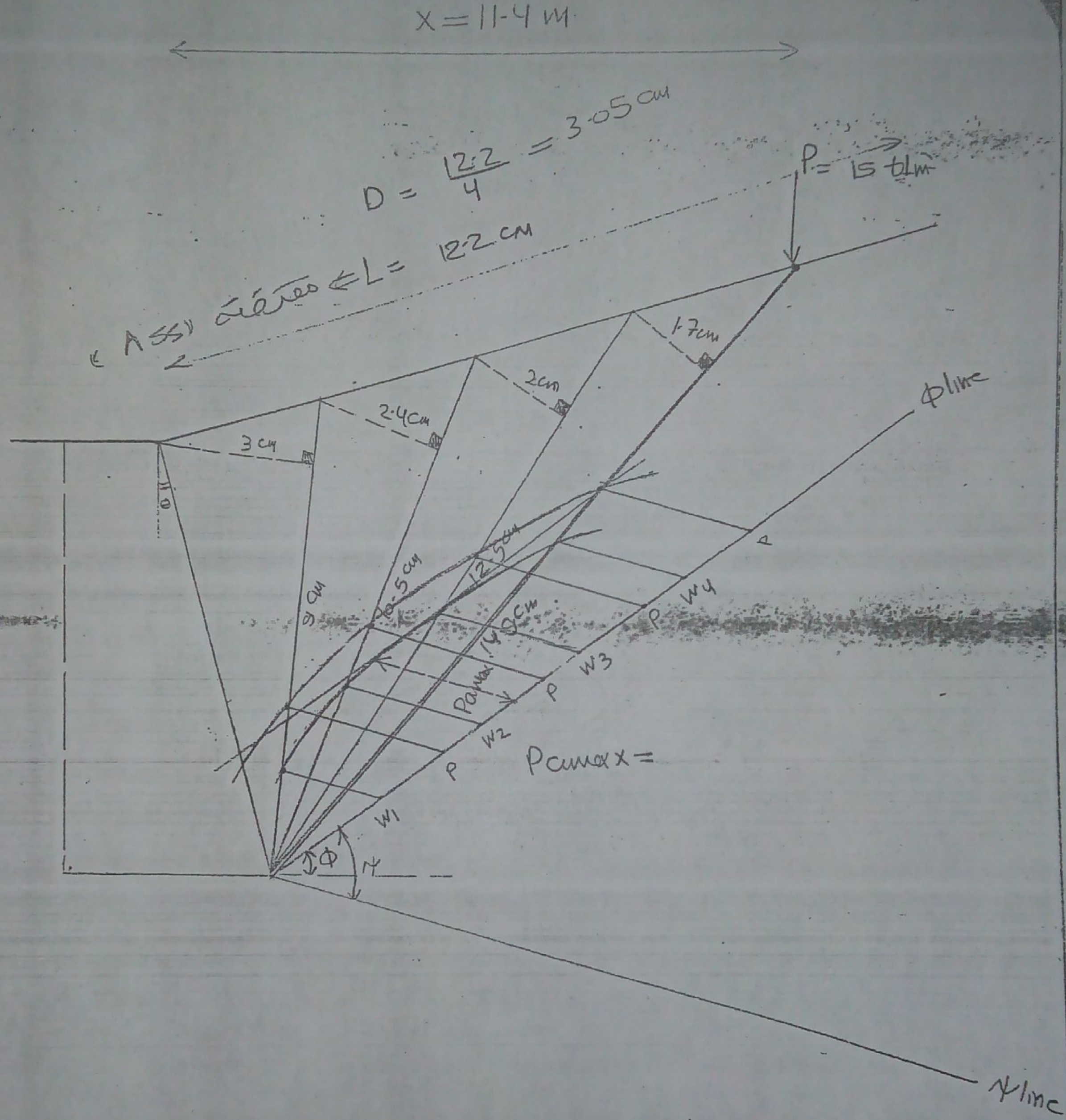
$\delta = \frac{2}{3}\phi = 24°$ ← لاحظ هنا

$\phi = 36°$

$\psi = 90 - \theta - \delta$
$= 90 - 14.03° - 24 = 51.9°$

معطاه الـ ϕ_{line}

Scanned by CamScanner



X = 11.4 m
D = 12.2 / 4 = 3.05 cm
P = 15 t/m
« A ss » معتمدة ⇐ L = 12.2 cm
3 cm
2.4 cm
2 cm
1.7 cm
ϕ line
ψ line
Pamax
Pamax =
W1
W2
W3
W4
P
ϕ
ψ

Scale 1cm : 10 ton

scale جديد + نحول إلى

W_1 = Area × 1m × الكثافة

= ½ × القاعدة × الارتفاع × 1m × γ

= ½ × 9cm × 3 × 1m × 1.86 = 25.11 ⟹ 2.5

W_2 = ½ × 10.5 × 2.4 × 1m × 1.86 = 23.43 ⟹ 2.34

W_3 = ½ × 12.5 × 2 × 1m × 1.86 = 23.25 ⟹ 2.32

W_4 = ½ × 14.9 × 1.7 × 1m × 1.86 = 23.56 ⟹ 2.4

اللي قبل التحويل بـ جديد scale

P_{amax} = 2.8 cm

اللي بعد التحويل بـ جديد scale

P_{amax} = 28 ton

P = 15 ton/m

تضاف بعد كل Weight

X = 11.4 m

drawing scale

scale جديد

نحول بـ

77

③ يرسم كرفها ومن نقطة تقاطع
المضلع الكرى الأول «الأوزان فقط»
والكرى الثاني «الأوزان + P»
الجديدة «موم» نرسم خط مائل يبدأ
من نقطة (O) عبر بهذه النقطة «نقطة التقاطع»
من سطح الردم المائل ← تم تقاطع المسافة
«من نقطة التقاء الخط المائل بسطح الردم» إلى نقطة A
فتكون هي 77 = X ← المطلوب #

AHRARS.COM

10 Find B

*

Chapter 3

<< Bearing Capacity of soil >> قدرة التحمل للتربة

*Bearing capacity of soil :.

قدرة التحمل للتربة

عندما يقوم المهندس بأعمال تصميم الأساسات أى تحديد أبعادها وتسليحها بالإضافة الى عمق التأسيس فإنه يحتاج الى معرفة مقدار ما تتحمله تربة التأسيس من أحمال وهو ما يطلق عليه قدرة التحمل «جهد التأسيس».

والأساسات السطحية المصممة يجب أن تحقق ما يلى :-

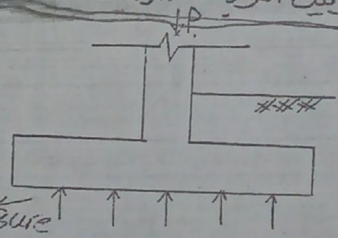
١- أن تكون آمنة تماماً ضد الانهيار بالقص للتربة الحاملة لها.

٢- ألا تتعرض الأساسات للحركة أو للهبوط الضارين.

*ultimate Bearing capacity

أقصى قدرة تحمل للتربة

هى القيمة المتوسطة للضغط الواقع بين التربة والأساسات والذى يسبب انهيار بالقص للتربة



* maximum safe Bearing (capacity) :.

أقصى قدرة تحمل آمنة

هى أقصى قيمة للضغط والتى يمكن أن تتعرض لها التربة دون أن يحدث انهيار لها

$$\frac{\text{Ultimate Bearing Capacity}}{\text{Factor of Safety}} =$$

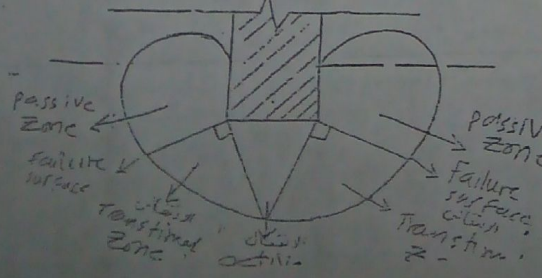
* Allowable Bearing capacity :..

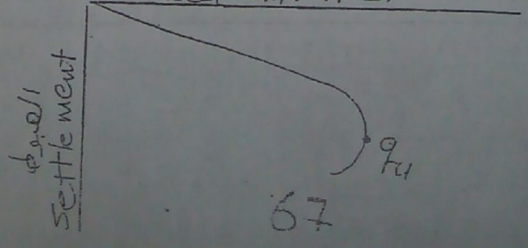
هى أكبر حمل مسموح به على التربة بحيث تكون التربة آمنة من جانبى القص والهبوط.

* Types of shear failure :.

[illegible]

أنواع الانهيار بالقص

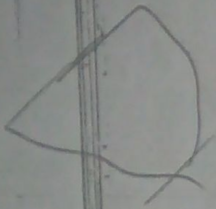




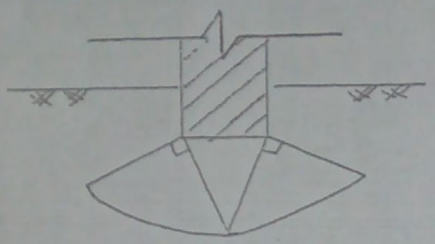
General

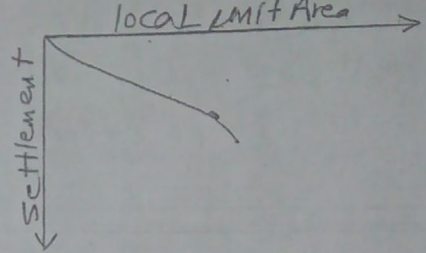
General Shear Failure — الانهيار العام بالقص

تحدث من التربة القوية مثل الرمل الكثيف او الطين القوي حيث تنهار التربة فجأة عند حمل معين وتصل خط الانهيار خارج الاساسات الى سطح الارض.



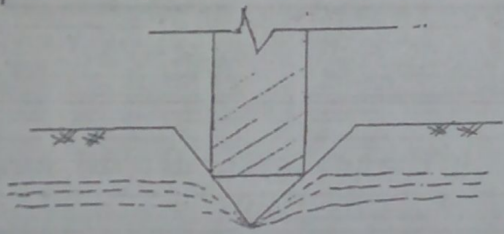
2- local shear failure :- الانهيار المحلي بالقص

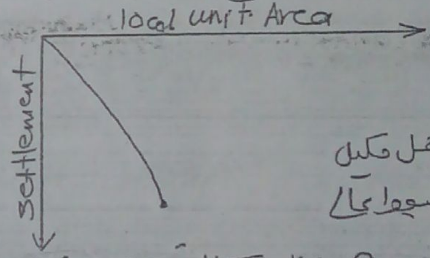




تحدث من حالة التربة المتوسطة حيث تحدث قيمة كبيرة نسبياً للهبوط ولا تصل خط الانهيار الى سطح الارض (رمل متوسط الكثافة او طين متوسط القوام)

3- punching shear failure :- الانهيار بالقص التام





حمل مكبل هبوط عالي

تحدث من التربة الضعيفة مثل الرمل المفكك او الطين الناعم حيث تحدث قيمة كبيرة للهبوط

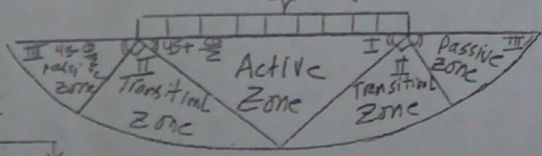
* Ultimate Bearing capacity theroies :- نظريات مقترحة لحساب التحمل القصوى

1- Randlt's theory :- نظرية براندل

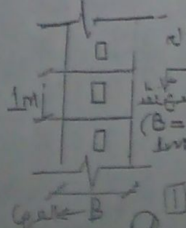
قام باستنتاج الانهيار الذي للمعادن نتيجة اختراق وتعب تلك المعادن

2- Terzaghi's theory (1943) نظرية تيرزاكي

قام نظرية تيرزاكي تعتمد على نظرية براندل



Failure Zone



باعرض كمن الامثلة — strip footing — نقل صورة — نعرض الاساس (B = --) عاملين من متساوية — 1m

strip footing

* بالنسبة للقواعد الشريطية المستمرة بالتربة (C − φ) soil

الترم الأول — الترم الثاني — الترم الثالث

$$q_{ult} = C N_c + \gamma Z N_q + 0.5\, \gamma B N_\gamma$$

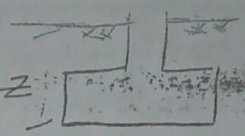
خاص بالتربة فوق منسوب التأسيس — خاص بالتربة تحت منسوب التأسيس

منسوب التأسيس << F.L >>

68

الابيار $\gamma_1 \rightarrow$ نيبه
حتى تتاح $q_{all\,gross}$
ع ١٨ gross تكت ض γZ

C :- Cohesion of soil
γ :- unit weight of soil
Z :- level of the bottom of foundation



N_c , N_q , N_γ :- معاملات قدرة التحمل تعتمد على ϕ للتربة [من الجداول / تحصل عليهم من المنحنيات

B :- Breadth of strip footing عرض الشريط

* بالنسبة للتربة الطينية :-

$$\phi = 0$$

$$N_c = 5.7 \ , \ N_q = 1 \ , \ N_\gamma = 0$$

$$\therefore q_{ult} = 5.7C + \gamma Z$$

[2]

* **Net Bearing Capacity** :- قدرة التحمل الصافية

$$q_{ult.net} = CN_c + (\gamma Z N_q - \gamma Z) + 0.5\gamma B N_\gamma$$
$$= CN_c + \gamma Z(N_q - 1) + 0.5\gamma B N_\gamma$$

[3]

* net Allowable Bearing capacity :- قدرة التحمل المسموح بها

$$q_{all.Net} = \frac{q_{ult.net}}{\text{Factor of safety} = 3}$$ ← معامل الامان

[4]

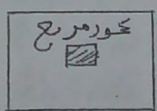
* gross Allowable Bearing Capacity :-

$$q_{all.gross} = \frac{q_{ult.net}}{\text{Factor of safety}} + \gamma Z$$

69

* Effect of Foundation shape :- تأثير شكل الأساس على قدرة تحمل التربة

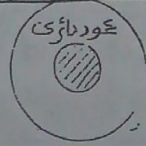
[1] القاعدة المربعة « B = L »



بأعرف من المسألة: لقول Square Footing صريحة « يعطي طول وعرض متساويين « L*B »

$$q_{ult.net} = 1.3\,C N_c + \gamma Z(N_q - 1) + 0.4\gamma B N_\gamma$$

[2] القاعدة الدائرية « B قطر القاعدة حيث »

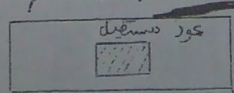


بأعرفها من المسألة: يقول Circular Footing صريحة / يعطي نصف قطر « D »

$$q_{ult.net} = 1.3\,CN_c + \gamma Z(N_q - 1) + 0.3\gamma B N_\gamma$$

أسأل

[3] القاعدة المستطيلة « B , L »



بعرفها من المسألة: يقول Rect Footing صريحة / يعطي طول وعرض غير متساويين ← الطول L > B ← العرض

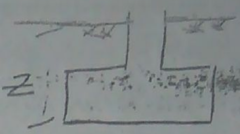
$$q_{ult.net} = CN_c\,\lambda_c + \gamma Z(N_q \lambda_q - 1) + 0.5\gamma B N_\gamma \lambda_\gamma$$

ال γ_1 → ... ال...
من ناك $q_{all\,gross}$
ع انه gross تبقى «γZ»

C :- Cohesion of soil

γ :- unit weight of soil

Z :- level of The bottom of foundation



N_c , N_q , N_γ :- معاملات قدرة التحمل تعتمد على ϕ للتربة — نحصل عليهم من الجداول MO المتصلة

B :- Breadth of strip Footing عرض القاعدة

* بالنسبة للتربة الطينية :-

$$\phi = 0$$

$$N_c = 5.7 \;,\; N_q = 1 \;,\; N_\gamma = 0$$

$$\therefore q_{ult} = 5.7C + \gamma Z$$

[2]

* **Net Bearing Capacity :-** قدرة التحمل الصافية

$$q_{ult.net} = CN_c + (\gamma Z N_q - \gamma Z) + 0.5\gamma B N_\gamma$$
$$= CN_c + \gamma Z (N_q - 1) + 0.5\gamma B N_\gamma$$

[3]

* net Allowable Bearing capacity :- قدرة التحمل المسموح بها

$$q_{all.Net} = \frac{q_{ult.net}}{\text{Factor of safety} = 3}$$ ← معامل الامان

[4]

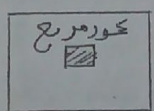
* gross Allowable Bearing Capacity :-

$$q_{all.gross} = \frac{q_{ult.net}}{\text{Factor of safety}} + \gamma Z$$

69

* Effect of Foundation shape :- تأثير شكل الأساس على قدرة تحمل التربة

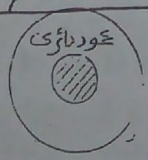
[1] القاعدة المربعة « B = L »



بأعرف من المسألة: يقول square footing صريحة « يعطي طول مساوي للعرض « L*B »

$$q_{ult.net} = 1.3CN_c + \gamma Z (N_q - 1) + 0.4\gamma B N_\gamma$$

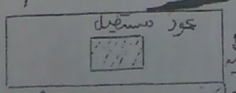
[2] القاعدة الدائرية « حيث B قطر القاعدة »



بأعرفها من المسألة: يقول circular footing صريحة / يعطي دائرة قطرها « D »

$$q_{ult.net} = 1.3CN_c + \gamma Z (N_q - 1) + 0.3\gamma B N_\gamma$$

[3] القاعدة المستطيلة « B, L »



بأعرفه من المسألة: يقول Rect footing صريحة / يعطي طول وعرض غير متساويين (L > B)

~~$q_{ult.net} = CN_c\lambda_c + \gamma Z (N_q\lambda_q - 1) + 0.5\gamma B N_\gamma \lambda_\gamma$~~

وفقاً للكود المصري

$\lambda_c = 1 + 0.2 \frac{B}{L}$

$\lambda_q = 1$

$\lambda_\gamma = 1 - 0.2 \frac{B}{L}$

والتغير هنا يكون من كل نتاجه الترم الثالث حيث انه خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس والماء يوجد في (كهزه للنقطة) وفقاً الحالة (٤)

أما الـ γ [illegible] الترم الثاني الخاص بالتربة فوق مستوى التأسيس

لا تتغير في جميع الحالات

No effect — تبقى الـ γ كما هي

effect — نؤثر في γ ونحولها $\gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w$ موجود في الماء فقط

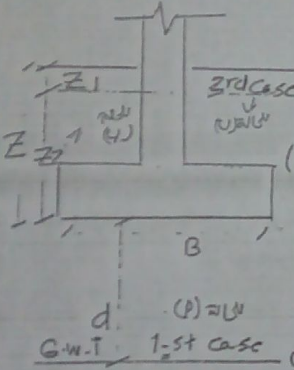
* Effect of ground water on Bearing capacity:-

(أ) منسوب المياه الجوفية أسفل منسوب التأسيس «تحت الأساس»

(i) G.W.T $\Rightarrow d \geq B$ «No effect»

معادلة قدرة التحمل كما هي ولا يوجد أي تغيير لأن المياه الجوفية هنا ليس لها تأثير

« $q_{ult} = CN_c + \gamma Z N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$ »



(ii) $d < B$ « effect »

ومعادلة قدرة التحمل هتتغير هنا لأن المياه الجوفية هنا ستغير الـ γ

« $q_{ult} = CN_c + \gamma Z N_q + 0.5 \gamma_{sub} \cdot B \cdot N_\gamma$ » « γ_{sub} »

(ب) منسوب المياه الجوفية فوق منسوب التأسيس «فوق الأساس»

لكل أنواع القواعد $q_{ult} = CN_c + (\gamma Z_1 + \gamma_{sub} * Z_2) N_q + 0.5 \gamma_{sub} \cdot B \cdot N_\gamma$

Ex/ Determine The Allowable gross load and the net load for a square footing of 2m side and with a depth of foundation of 1m, The soil at the site has $\gamma = 1.8\ t/m^3$, $c = 1\ t/m^2$ and $\phi = 20°$

For $\phi = 20°$, $\therefore N_c = 17.7$, $\therefore N_q = 7.4$, $N_\gamma = 5$

$q_{ult.net} = 1.3 CN_c + \gamma Z (N_q - 1) + 0.4 \gamma * B * N_\gamma$

$= 1.3 * 1 * 17.7 + 1.8 * 1 (7.4 - 1) + 0.4 * 1.8 * 2 * 5 = 41.73\ t/m^2$

$q_{all-net} = \frac{q_{ult \cdot net}}{F.S = 3}$

$= \frac{41.73}{3} = 13.91\ t/m^2$

$\therefore P_{all \cdot net} = q_{all.net} * Area$

$= 13.91 * 2 * 2$

$= 55.64\ t$

$q_{all\text{-}gross} = \frac{q_{ult\text{-}net}}{F.S=3} + \gamma z$

دلكم هو عاير

$P_{all\text{-}gross}$ الحمل $= 13.91 + (1.8 * 1) = 15.71\ t/m^2$

$P_{all\text{-}gross} = q_{all\text{-}gross} * Area$
$= 15.71 * 2 * 2$
$= 62.84\ t$

Ex: A shallow strip Footing of breadth 3.5 m is to be found at a depth of 2m in a soil has The Following properties $c = 12\ KN/m^2$, $\phi = 25^\circ$, $\gamma = 19\ KN/m^3$

- Determine safe load /m

For $\phi = 25^\circ$, $N_c = 25.1$, $N_q = 12.7$, $N_\gamma = 9.7$

$q_{ult\text{-}net} = CN_c + \gamma z(N_q - 1) + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma$
$= 12*25.1 + 19*2(12.7-1) + \frac{1}{2}*19*3.5*9.7 = 1068.33\ KN/m^2$

$q_{all.net} = \frac{q_{ult.net}}{F.S=3}$

$= \frac{1068.33}{3} = 356.11\ KN/m^2$

$q_{all\text{-}gross} = \frac{q_{ult.net}}{F.S=3} + \gamma z$

$= 356.11 + (19*2) = 394.11\ KN/m^2$

safe load $= q_{all\text{-}gross} * Area$
$= 394.11 * 3.5 * 1 = 1379\ KN/m$

مهم

Ex: A rectangular Footing with dimensions $(2*3)$m is Constructed at a depth of 1.5m From The ground surface and soil with The Following properties: $c = 2\ t/m^2$, $\phi = 20^\circ$, $\gamma = 1.8\ t/m^3$, $\gamma_{sat} = 2\ t/m^3$

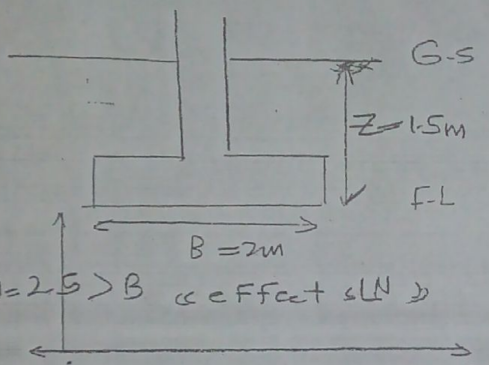
- Determine, The ultamate Bearing Capacity q_{ult} For The Following Cases

1- G.w.t at depth 2.5 m under The Foundation level

2- G.W.T at depth 1m under The Foundation level.

3- G.W.T at depth 1m From The ground surFace

For $\phi = 20^\circ$, $N_c = 17.7$, $N_q = 7.4$, $N_\gamma = 5$.



Rect. (B × L) = 2×3

$\gamma_b = 1.8\ t/m^3$

$\gamma_{sat} = 2\ t/m^3$

$\phi = 20^\circ$, $C = 2\ t/m^2$

الترم الأول — الترم الثاني — الترم الثالث

$$q_{ult} = C N_c \lambda_c + \gamma_1 Z N_q \cdot \lambda_q + B \gamma_2 N_\gamma \lambda_\gamma$$

خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس — خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس

① الترم الأول

$C = 2\ t/m^2$

$N_c = 17.69$

$\lambda_c = (1 + 0.2 \frac{B}{L}) = (1 + 0.2 * \frac{2}{3}) = 1.13$

② الترم الثاني

$\gamma_1 = \gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^3$

$Z = 1.5m$

$N_q = 7.44$

$\lambda_q = 1$

③ الترم الثالث

$B = 2$

$\gamma_2 = \gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = 2 - 1 = 1\ t/m^3$

$N_\gamma = 4.97$

$\lambda_\gamma = (1 - 0.2 \frac{B}{L}) = (1 - 0.2 * \frac{2}{3}) = 0.87$

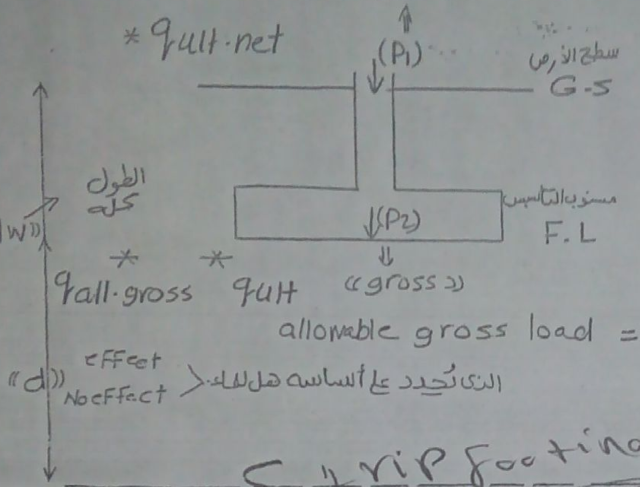
72

$q_{ult} = 2 * 17.69 * 1.13 + 1.8 * 1.5 * 7.44 * 1 + 1 * 2 * 4.97 * 0.87$
$= 68.72\ t/m^2$

Scanned by CamScanner

Sheet

Net allowable load = stress * Area ($q_{all.net}$ * مساحة القاعدة)



allowable gross load = stress * Area ($q_{all.gross}$ * مساحة القاعدة)

Strip footing «G.W.T»

$$* \; q_{ult} = C N_c + \gamma Z N_q + 0.5 \gamma B N_\gamma$$

أول حاجة لازم تجيبها في بداية كل مسألة

$$* \; q_{ult.net} = q_{ult} - \gamma . Z$$

Note :- كده الحل اصلا كل اللي ممكن يجي و جمع من الأرض

$$* \; q_{all.net} = \frac{q_{ult.net}}{F.S}$$

$$* \; q_{all.gross} = q_{all.net} + \gamma . Z$$

or

$$\frac{q_{ult}}{F.S}$$

زيادة على القانون

---

[1] A strip footing (قاعدة شريطية) of 1.8 m width (B) is located at a depth of 1.5 m (Z) below the ground surfaces. in a clay layer. The ground water table is 10 m (dw) below the ground surface. The unconfined compressive strength of that clay is 12 t/m² (q_{un}), $\gamma_{bulk} = 1.8 \, t/m^3$ and $\gamma_{sat} = 2 \, t/m^3$

determine:-

[1] The net allowable bearing capacity of the soil :- «$q_{all.net}$»

[2] The allowable gross loads that can be supported by The Footing «$P_{all.gross}$»

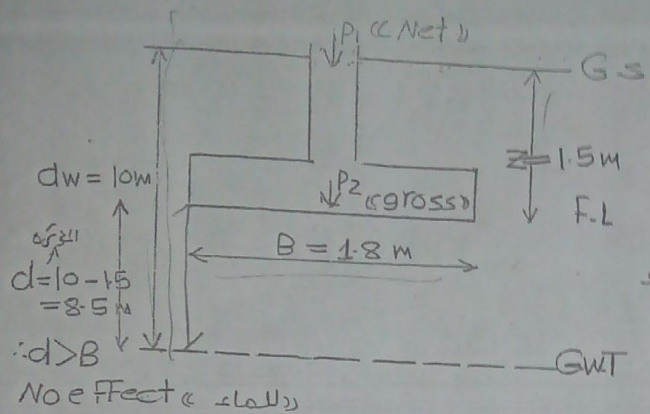
-SoL-

*خطوات الحل :-

١- ارسم الرسمة مع تحديد الأبعاد و حالات «G.W.T» كما بالشكل

٢- احسب قيمة q_{ult} من المعادلة الخاصة بها كما هو موضح في الحل

٣- شوف عايز ايه حله لوده كل حالة أحسن - ماشة



الأساس
$\gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^2$
$\gamma_{sat} = 2\ t/m^2$
لحساب طبقة γ لِبر تحت الماء تأتي وهنا ليس لها أي تأثير
$\phi = 0$
مفترضة لأنه مش معطاها لي
$L = 1m$ «شركة مفترضة»

← أول معادلة تحكم في المسألة
← امسك كل ترم لوحده وجهزه

$$\therefore q_{ult} = \underbrace{C \cdot N_c}_{\text{الترم الأول}} + \underbrace{\gamma_1 Z N_q}_{\text{الترم الثاني}} + \underbrace{\tfrac{1}{2} B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma}_{\text{الترم الثالث}}$$

الترم الثاني: خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس — الترم الثالث: خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس

[γ_1, γ_2] للقيم اللي كانت هنا توضح تفاصيلهم من التربة

① الترم الأول « $C \cdot N_c$ »

$$C = \frac{q_{un}}{2} = \frac{12}{2} = 6\ t/m^2$$

$$N_c \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} = 5.7$$

② الترم الثاني « $\gamma_1 Z N_q$ » → «خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس»

$\gamma_1 = \gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^3$
$Z = 1.5\ m$
$N_q \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} = 1$

③ الترم الثالث « $\frac{1}{2} \cdot B \cdot \gamma_2 \cdot N_\gamma$ » → «خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس»

$B = 1.8\ m$
$\gamma_2 = \gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^3$ «No Effect لأنه للماء» γ_{sat} ✕✕
$N_\gamma = 0$

$\therefore q_{ult} = \gamma * 5.7 + 1.8 * 1.5 * 1 + 1.8 * 1.8 * \text{zero}$
$= 36.9 \ t/m^2$

$\therefore q_{ult.net} = q_{ult} - \gamma . z$
$= 36.9 - (1.8 * 1.5)$
$= 34.2 \ t/m^2$

$\therefore q_{all.net} = \frac{q_{ult.net}}{F.S}$

$= \frac{34.2}{3} = 11.4 \ t/m^2$ (1)

$\therefore q_{all.gross} = q_{all.net} + \gamma_1 . z$
$= (11.4 + (1.8 * 1.5)$
$= 14.1 \ t/m^2$

$P_{all\ gross} = q_{all.gross} * \text{Area}$
$= 14.1 * (1.8 * 1m)$
$= 25.38 \ ton$ (2)

---

2) A rectangular Footing of 1.8m (B) * 2.5m (L) is located at a depth of 1.5 m (Z) below the ground surface. The ground water table is 2m (dw) below the ground surface. The foundation soil has the following properties:

$c = 2 \ t/m^2$, $\phi = 20$, $\gamma_{bulk} = 1.9 \ t/m^3$ and $\gamma_{sat} = 2.2 \ t/m^3$

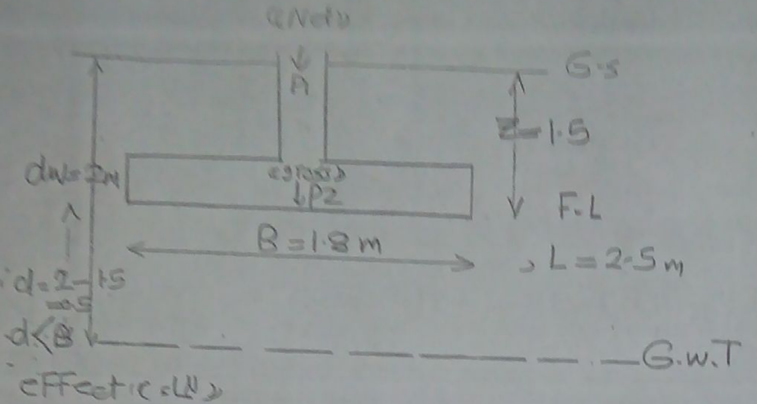
Determine:

1. The ultimate bearing capacity of the soil.
2. The net allowable Bearing Capacity of the soil.
3. The allowable gross loads that can be supported by the Footing.

-SOL-

Note: خلي بالك هنا γ_{sat} سيكون لها تأثير «مية الماء لها تأثير هنا لأنه $d<B$

خلي بالك q_{ult} هتختلف مش شكل التالي



, $L = 2.5\,m$

$\gamma_{bulk} = 1.9\ t/m^3$

$\gamma_{sat} = 2.2\ t/m^3$ → وتأثيرها

$C = 2\ t/m^2$

$\phi = 20°$

الترم الأول — الترم الثاني — الترم الثالث

$$q_{ult} = C N_c \lambda_c + \gamma_1 Z N_q \lambda_q + \gamma_2 \cdot B \cdot N_\gamma \cdot \lambda_\gamma$$

خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس — خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس

① الترم الأول

$C = 2\ t/m^2$

$N_c \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 17.69$

$\lambda_c = (1 + \overset{0.3}{0.2}\,\frac{B}{L}) = (1 + 0.2\,\frac{1.8}{2.5}) = 1.14$

② الترم الثاني «خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس»

$\gamma_1 = \gamma_{bulk} = 1.9$

$Z = 1.5\,m$

$N_q \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} = 7.4$

$\lambda_q = 1$

③ الترم الثالث «خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس»

$\gamma_2 = \gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = 2.2 - 1 = 1.2\ t/m^3$ « Effect الى »

$B = 1.8$

$N_\gamma \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 4.97$

$\lambda_\gamma = (1 - 0.2\frac{B}{L}) = (1 - 0.2 * \frac{1.8}{2.5}) = 0.856$

$\therefore q_{ult} = 2 * 17.09 * 1.14 + 2.85 * 7.4 * 1 + 1.2 * 1.8 * 4.97 * 0.856$
$= 70.75\ t/m^2 \rightarrow (1)$

$\therefore q_{ult.net} = q_{ult} - \gamma_1 . Z$
$= 70.75 - (1.9 * 1.5) = 67.9\ t/m^2$

$\therefore q_{all.net} = \frac{q_{ult\ net}}{F.S}$

$= \frac{67.9}{3} = 22.6\ t/m^2$

$\therefore q_{all.gross} = q_{all.net} + \gamma_1 Z$
$= 22.6 + (1.9 * 1.5) = 25.45\ t/m^2$

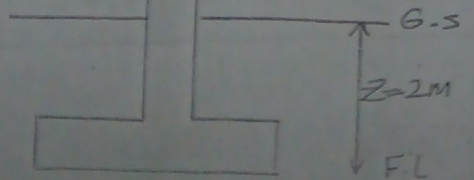
or

$\frac{q_{ult.net}}{F.S} = \frac{67.9}{3} = 25.45\ t/m^2$

$P_{all.gross} = q_{all.gross} * Area$
$= 25.45 * (2.5 * 1.8)$
$= 114.5\ t.m$

«Rect» شبة

3- A raFt Foundation (35 * 18 m²) [8 meter square] تربيع is supported on a clay soil at a depth of 2.0 m (Z) below The ground surface. The undrained shear strength of The clay $C_u = 6\ t/m^2$. Find The allowable gross pressure at The Foundation level From the raFt



$C = 6\ t/m^2$

$\gamma = 1.9\ t/m^2$

$\phi = 0$ } ← مفروضة

77

$q_{all\ gross}$

$$q_{ult} = \underbrace{C\,N_c \cdot \lambda_c}_{\text{الحد الأول}} + \underbrace{\gamma_1 Z \cdot N_q \cdot \lambda_q}_{\text{الحد الثانى}} + \underbrace{\gamma_2 B \cdot N_\gamma \cdot \lambda_\gamma}_{\text{الحد الثالث}}$$

(الحد الثانى: خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس — الحد الثالث: خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس)

① الحد الأول

$C = 6\ t/m^2$

$N_c \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 5.7$

$\lambda_c = (1 + 0.2\frac{B}{L}) = (1 + 0.2\frac{18}{36}) = 1.1$

② الحد الثانى

$\gamma_1 = \gamma_{bulk} = 1.9\ t/m^2$

$Z = 2m$

$N_q \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 1$

$\lambda_q = 1$

③ الحد الثالث

$\gamma_2 = \gamma_{bulk} = 1.9\ t/m^2$

$B = 18$

$N_\gamma \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 0$

$\lambda_\gamma = (1 - 0.2\frac{B}{L}) = (1 - 0.2\frac{18}{36}) = 0.9$

$\therefore q_{ult} = 6 * 5.7 * 1.1 + 1.9 * 2 * 1 * 1 + 1.9 * 18 * 0 * 0.9$
$= 41.42\ t/m^2$

$q_{all\,gross} = \frac{q_{ult}}{F.S} = \frac{41.42}{3} = 13.81\ t/m^2$

مستطيل L*B

4- A rectangular footing of (L*B) ms is constructed at a depth of 1.0 m below the ground surface, the ground water table is 0.0 m (G.W.T) below the ground surface. Determine the ultimate and net allowable bearing capacity of the soil. Take factor of safety = 3. The foundation soil has the following properties:

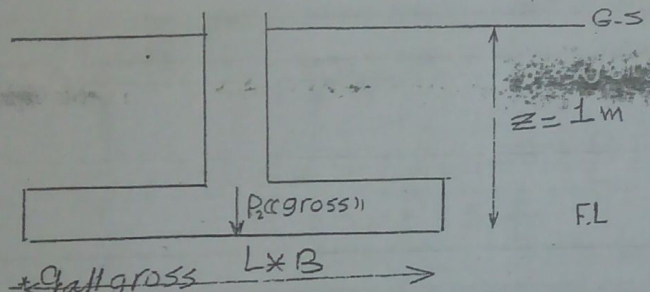
$c = 2.4\ t/m^2$, $\phi = 30$, $\gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^3$ and $\gamma_{sat} = 2.4\ t/m^3$

– Sol –

- The safe load of footing is 90 ton. Find the dimensions of the footing. The foundation soil has the following properties.

$c = 2.5\ t/m^2$, $\gamma = 1.8\ t/m^3$

– Sol –



$c = 2.5\ t/m^2$

$\gamma = 1.8\ t/m^3$

safe load = 90 ton → يعني دي كتر Foundation level ((P2))

$\phi = 0$ → متروكة

$$q_{all\,gross} = \frac{P}{Area} = \frac{90}{L*B} \longrightarrow ①$$

الترم الأول، الترم الثاني، الترم الثالث

$$q_{ult} = c\,N_c\,.\lambda_c + \gamma_1 Z N_q \lambda_q + \gamma_2 .B .N_\gamma .\lambda_\gamma$$

خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس — خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس

① الترم الأول

$c = 2.5\ t/m^2$

$N_c \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 5.7$

$$\lambda_c = \left(1 + 0.2\,\frac{B}{L}\right)$$

② الترتيب الثاني

$\gamma_1 = \gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^2$

$Z = 1m$

$N_q \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 1$

$\lambda_q = 1$

③ الترتيب الثالث

$\gamma_2 = \gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^2$

$B = ?$

$N_\gamma \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 0$

$\lambda_\gamma = (1-0.2\frac{B}{L})$ } $= 0$

$$q_{ult} = 2.5 * 5.7 * (1+0.2\frac{B}{L}) + 1.8 \times 1 \times 1 \times 1 + 0$$
$$= 16.05 + 2.85\frac{B}{L}$$

$$\therefore q_{all\ gross} = \frac{q_{ult}}{F.S = 3}$$

$$\frac{90}{L*B} = \frac{16.05 + 2.85\frac{B}{L}}{3}$$

$$\frac{90}{L*B} = 5.35 + 0.95\frac{B}{L} \rightarrow ②$$

$$90 = 5.35\, L*B + 0.95\, L*B * \frac{B}{L}$$

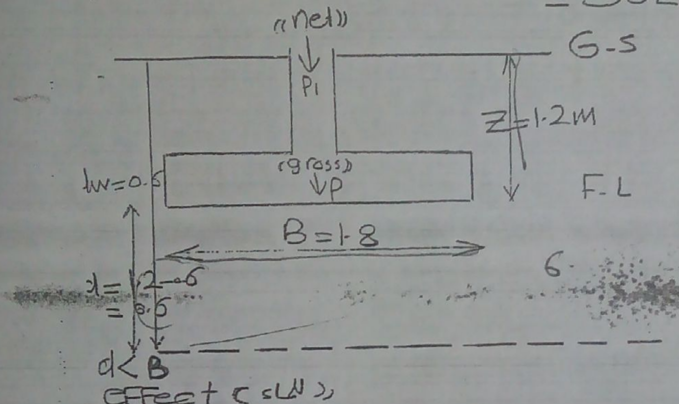
$$90 = 5.35\, L*B + 0.95\, B^2$$

$$\frac{90 - 0.95B^2}{5.35\,B} = L$$

إمتحان

[5] A square Footing of length 1.8 m (B) constructed at a depth of 1.2 m (Z) below The ground surface. The Ground water table is 0.6 m (d_w) below The ground surface. Determine The ultimate (qull net) and net allowable (qall net) Bearing Capacity of the soil. take Factor of safety = 3. The foundation soil has The Following properties $C = 2.4\ t/m^2$, $\phi = 30$, $\gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^3$ and $\gamma_{sat} = 2.4\ t/m^3$

– SOL –



$\phi = 30^\circ$
$C = 2.4\ t/m^2$
$\gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^3$
$\gamma_{sat} = 2.4\ t/m^3$

الترم الأول — الترم الثاني — الترم الثالث

$$q_{ult} = 1.3\,C N_c + \gamma . Z . N_q + 0.4\,\gamma . B . N_\gamma$$

خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس — خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس

① الترم الأول

$C = 2.4\ t/m^2$

$N_c \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} = 37.16$

② الترم الثاني «خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس»

$\gamma_1 = \gamma_{bulk} = 1.8\ t/m^3$

$Z = 1.2\ m$

$N_q \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} = 22.16$

81

③ الترم الثالث

$\gamma_2 = \gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = 2.4 - 1 = 1.4 \ t/m^3$

$B = 1.8 \ m$

$N_\gamma \xrightarrow{\text{From Table}} = 19.78$

$q_{ult} = 1.3 * 24 * 37.16 + 18 * 1.2 * 22.16 + 1.4 * 1.8 * 19.78$
$= 186.1048 \ t/m^2$

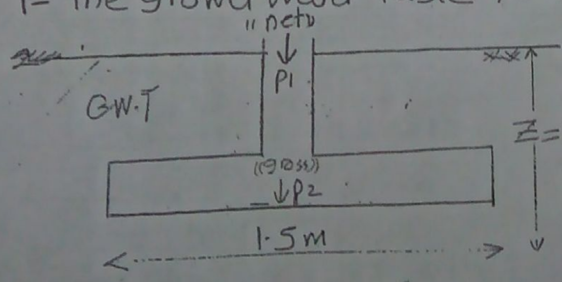
$\therefore q_{ult \cdot net} = q_{ult} - \gamma_1 \cdot Z$
$= 186.1048 - (1.8 * 1.2)$
$= 183.9448 \ t/m^2$

$\therefore q_{all \cdot net} = \frac{q_{ult \cdot net}}{F.S}$
$= \frac{183.9448}{3} = 61.315 \ t/m^2$

6 A strip footing of 1.5 m width is located at a depth of 1.8 m below the ground surface on a soil with the following properties. $c = 2.2 \ t/m^2$, $\phi = 20$, $\gamma_{bulk} = 1.9 \ t/m^3$ and $\gamma_{sat} = 2.3 \ t/m^3$

- Determine the ultimate bearing capacity for the following cases:

1- The ground water table is at the ground surface



نعوض في كل γ ← ((sub))

$C = 2.2 \ t/m^2$

$\phi = 20$

$\gamma_{bulk} = 1.9 \ t/m^3$

$\gamma_{sat} = 2.3 \ t/m^3$

الترم الأول — الترم الثاني — الترم الثالث

$q_{ult} = C N_c + \gamma_{1,sub} Z N_q + 0.5 \gamma_{2,sub} B N_\gamma$

① الأول

$C = 2.2\ t/m^2$

$N_c \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 17.69$

② الثانى

$\gamma_1 = \gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = 2.3 - 1 = 1.3\ t/m^3$

$Z = 1.8\ m$

$N_q \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 7.44$

③ الثانى

$\gamma_2 = \gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = 2.3 - 1 = 1.3\ t/m^3$

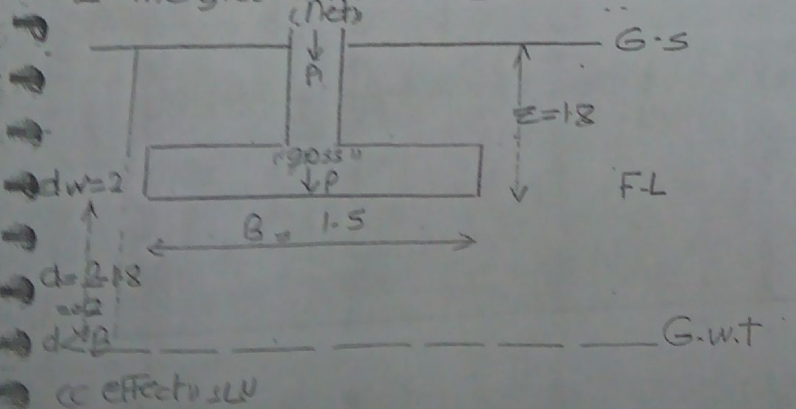
$B = 1.5\ m$

$N_\gamma \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 4.97$

$\therefore q_{ult} = 2.2 * 17.69 + 1.3 * 1.8 * 7.44 + 1.3 * 1.5 * 4.97 * 0.5$

$= \underline{61.17}\ ton/m^2$

2- The ground water table is 2.0m below the ground surface.



$C = 2.2\ t/m^2$

$\phi = 20°$

$\gamma_{bulk} = 1.9\ t/m^3$

$\gamma_{sat} = 2.31\ t/m^3$

الحد الأول   الحد الثاني   الحد الثالث

$$q_{ult} = C N_c + \gamma Z . N_q + 0.5 \gamma_2 B . N_\gamma$$

خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس   خاص بالتربة تحت مستوى التأسيس

① الحد الأول

$C = 2.2 \ t/m^2$

$N_c \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 17.69$

② الحد الثانى   « خاص بالتربة فوق مستوى التأسيس »

$\gamma_1 = \gamma_{bulk} = 1.9 \ t/m^3$

$Z = 1.8$

$N_q \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} 7.44$

③ الحد الثالث

$\gamma_2 = \gamma_{sub} = \gamma_{sat} - \gamma_w = 2.3 - 1 = 1.3 \ t/m^3$

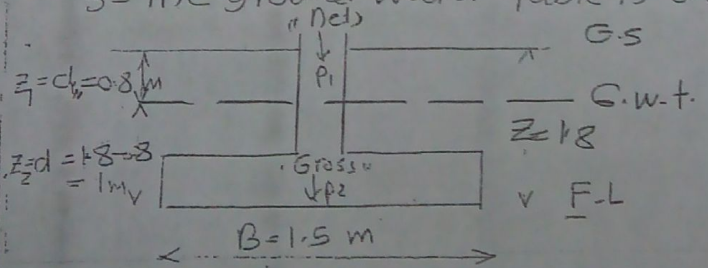
$B = 1.5$

$N_\gamma \xrightarrow[\text{Table}]{\text{From}} = 4.97$

$\therefore q_{ult} = 2.2 * 17.69 + 1.9 * 1.8 * 7.44 + 1.3 * 1.5 * 4.97 * 0.5$

$= 69.21$

3- The ground water table is 0.8m below The ground surface



$C = 2.2 \ t/m^2$

$\phi = 20$

$\gamma_{bulk} = 1.9 \ t/m^3$

$\gamma_{sat} = 2.3 \ t/m^3$

Note

الماء تقع فى مستوى التأسيس الحالة (٢) من تأثير الماء

القانون سوف يتغير ! خلى بالك !!

AHRARS.COM

SOIL MECHANICS II

Dr. Ahmed Gehad